# NOVA

3

DEEL A

VMBO-B
LEERWERKBOEK

NASK 1

MALMBERG



# NASK 1

## 3 VMBO-B DEEL A

**Auteurs**
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

**Met medewerking van**
M. Hordijk

Vierde editie
MALMBERG 's-Hertogenbosch

www.nova-malmberg.nl

# Voorwoord

Dit boek gebruik je bij het vak *natuur- en scheikunde* (nask-1 natuurkunde). In dit boek kom je meer te weten over *krachten*, over *bewegen*, over verschillende *stoffen en materialen* en over *elektriciteit*. Het is leuk en spannend om hier meer over te leren. Dit boek helpt je daarbij.

**De lesmethode**
*Nova* bestaat uit *leerwerkboeken*, *digitaal materiaal* en *uitwerkingenboeken*.

In de leerwerkboeken vind je alle leerstof die je moet leren, afgewisseld met vragen. Sommige antwoorden vind je letterlijk in de tekst. Je schrijft al je antwoorden en uitwerkingen in het leerwerkboek.
Aan het einde van elke paragraaf staat *Onthouden!*. Daarin staan de belangrijkste dingen uit de paragraaf. Aan het einde van ieder hoofdstuk staat een *Test Jezelf*. Hiermee kun je kijken of je de stof goed genoeg kent. Dat is handig als je een proefwerk of SO (schriftelijke overhoring) moet voorbereiden.

**De opgaven**
Er zijn verschillende soorten opgaven.
Soms moet je kiezen uit twee mogelijkheden, bijvoorbeeld GOED | FOUT. Je streept dan het foute antwoord door: GOED | ~~FOUT~~ of ~~GOED~~ | FOUT.
Bij meerkeuze-vragen moet je kiezen uit twee, drie of vier antwoorden. Je maakt dan het hokje voor het goede antwoord helemaal blauw of zwart: ■ of je zet een kruisje in het goede vakje: ☒.
Soms moet je zelf een antwoord opschrijven. Doe dat kort maar wel duidelijk.
Soms moet je iets uitrekenen met behulp van een formule. Schrijf dan eerst de formule op. Daarna schrijf je de berekening op en dan het antwoord. Schrijf ook altijd de juiste eenheid achter het antwoord.
Voor sommige opgaven staat een plus (+). Die vragen kun je maken als je de meeste gewone vragen gemakkelijk kunt beantwoorden.

**De proeven**
Bij de proeven ga je zelf dingen doen en ontdekken. Daardoor leer je over natuurkundige en scheikundige onderwerpen. Je leert ook hoe apparaten werken. Let goed op wanneer je leraar een proef voordoet in de klas, want jij moet daarna zelf de vragen in je boek beantwoorden.
Soms moet je iets tekenen. Gebruik dan altijd een potlood en een liniaal of geo-driehoek.

We wensen je veel plezier bij het werken met dit boek!
*De schrijvers*

# Inhoudsopgave


N507
NORDICA



# 1 Krachten

Inhoud



**Startvraag**

Schrijf vijf voorbeelden op waarvoor je kracht gebruikt.

_______________

_______________

_______________

_______________

_______________

# 1 Soorten krachten



▲ **afbeelding 1**
De honkballer oefent een kracht uit op de bal.

Voor het slaan tegen een bal gebruik je kracht (afbeelding 1). Met die kracht verander je de richting, de snelheid en de vorm van de bal.

## Uitwerking van krachten

De honkballer slaat met kracht tegen de bal (afbeelding 1). Die kracht kun je niet zien. Je ziet wel de **uitwerking** van de kracht:
- Door de kracht verandert de **richting** van de bal, want de bal gaat de andere kant op.
- Door de kracht verandert ook de **snelheid** van de bal. Hoe harder de slag, hoe sneller de bal wegvliegt.
- Ook de **vorm** van de bal verandert, want de kracht maakt een deuk in de bal. Deze deuk veert er vanzelf weer uit.

## Opgaven

**1** Een kracht kun je WEL / NIET zien.

**2** Van een kracht kun je vaak WEL / NIET de uitwerking zien.

**3** Schrijf drie dingen op die door een kracht kunnen veranderen.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

**4** Mark neemt een hoekschop. Arjan kopt de bal in het doel.
Wat verandert er bij de bal als Arjan kopt?
☐ A alleen de snelheid
☐ B alleen de richting
☐ C alleen de vorm
☐ D de snelheid, de richting en de vorm

**5** Hoe kun je een bal een grote snelheid geven?
Door HARD / ZACHT tegen de bal te trappen.

**6** Gebruik je bij het voetballen altijd even grote krachten?
De krachten zijn WEL / NIET altijd even groot.

**7** Op de kermis rijd je in een botsauto. Je vriend rijdt in een andere botsauto.
Wat verandert er als jullie auto's botsen?

☐ A alleen de snelheid
☐ B alleen de richting
☐ C alleen de vorm
☐ D de snelheid, de richting en de vorm

**8** Twee mannen doen aan 'handje drukken'.
Wie van de twee mannen zal de wedstrijd winnen?
De man die de GROOTSTE / KLEINSTE spierkracht heeft.

**9** In tabel 1 staat een aantal sporten. Bij al deze sporten heb je met kracht te maken.
Heb je bij de sport te maken met een grote kracht of met een kleine kracht?
Zet steeds een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 1** Kruis aan of de kracht groot of klein is.

| sport | grote kracht | kleine kracht |
|---|---|---|
| een damsteen verplaatsen bij het dammen | | |
| een race-auto die tegen de vangrail botst | | |
| worstelen | | |
| boksen | | |
| een balletje van tafeltennis oprapen | | |
| touw-trekken | | |
| gewicht-heffen bij kracht-training | | |
| een golfbal uit het putje halen | | |
| de kracht van de motor bij motor-racen | | |
| berg-beklimmen met veel bagage | | |
| schaakstukken verzetten bij het schaken | | |
| kogelstoten | | |

## Verschillende soorten krachten

Je hebt verschillende krachten. Aan de naam van de kracht zie je meestal wat voor kracht het is. Verschillende soorten krachten zijn:

- spierkracht
- veerkracht
- spankracht
- zwaartekracht
- wrijvings-kracht
- magnetische kracht
- elektrische kracht

**Spierkracht** is de kracht van mensen en dieren. Deze kracht komt uit de spieren. Om een bal weg te slaan, heb je spierkracht nodig. Ook om iets te dragen, is spierkracht nodig (afbeelding 2).



▶ **afbeelding 2**
De ezels dragen de zakken met hun spierkracht.

**Veerkracht** is een eigenschap van een materiaal of van een voorwerp. Sommige voorwerpen of materialen hebben veel veerkracht. Bijvoorbeeld een rubberen bal of een elastiek. Als je de vorm van het elastiek verandert, dan veert het meteen weer terug als je het loslaat.
Een ander voorwerp met veerkracht is de duikplank in het zwembad. Door de veerkracht kun je hoog springen.

## Opgaven

**10** Is er maar één soort kracht?
- ☐ A Ja, alle krachten zijn hetzelfde.
- ☐ B Nee, er zijn meer soorten krachten.
- ☐ C Nee, dat hangt van de plaats af.
- ☐ D Ja, dat is de spierkracht.

**11** Wie of wat kunnen spierkracht uitoefenen?
- ☐ A alleen mensen
- ☐ B alleen dieren
- ☐ C mensen en dieren
- ☐ D mensen, dieren en machines

**12** In de leerstof zijn zeven krachten genoemd. De eerste was spierkracht.
Schrijf ook de andere zes krachten op.

1 spierkracht
2 ______________________
3 ______________________
4 ______________________
5 ______________________
6 ______________________
7 ______________________

**13** Veerkracht is WEL / NIET een eigenschap van een materiaal of van een voorwerp.

**14** Links staan acht voorwerpen of materialen. Rechts staat 'wel veerkracht' en 'geen veerkracht'.
Trek een lijn van elk voorwerp of materiaal naar de juiste eigenschap.

fietsband ○
winkelruit ○
voetbal ○ ○ wel veerkracht
baksteen ○
glazen fles ○
duikplank ○ ○ geen veerkracht
zadel van een scooter ○
opgeblazen ballon ○




▲ **afbeelding 3**
een ouderwetse wekker

**15** Sommige mensen hebben nog een ouderwetse wekker (afbeelding 3).
Die wekker moet je aan de achterkant met een sleuteltje opdraaien.
De wekker loopt WEL / NIET op veerkracht.

**+16** Janine doet kracht-oefeningen voor haar handen. Dat doet zij om haar spieren sterk te houden (afbeelding 4). In het apparaat zitten veren die door Janine moeten worden gespannen.

Het spannen van de veren gebeurt door

de ____________________ van Janine.

De veren worden weer korter door

de ____________________ .



▲ **afbeelding 4**
Spieren oefenen kost kracht.

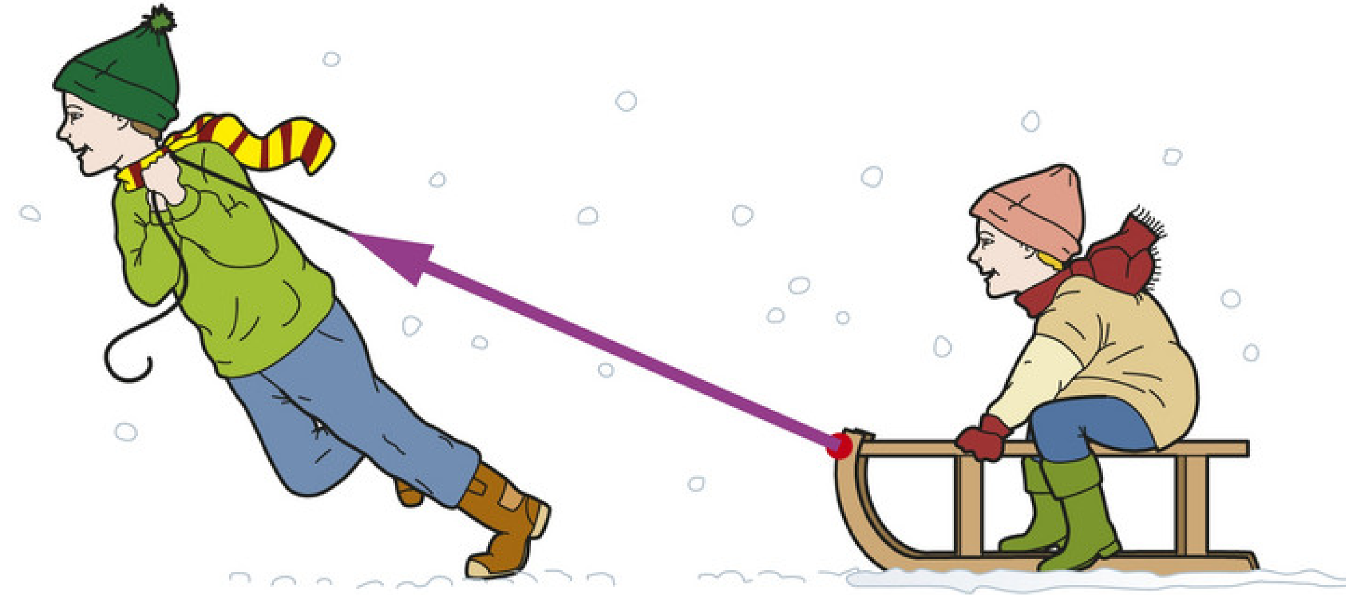
**Spankracht** maak je in een touw, kabel of ketting. Als je aan een touw trekt, gaat het touw strak staan. In het touw heb je nu spankracht. Kijk naar afbeelding 5. Het touw om de planken is strak aangetrokken. De spankracht in het touw houdt de planken nu stevig bij elkaar.



▲ **afbeelding 5**
De spankracht in het touw houdt de planken bij elkaar.

**Zwaartekracht** is de kracht waarmee de aarde voorwerpen aantrekt. De zwaartekracht hangt af van de massa die een voorwerp heeft. Hoe meer massa een voorwerp heeft, hoe groter de zwaartekracht op het voorwerp.

**Wrijvings-kracht** ontstaat als twee vlakken langs elkaar wrijven. Bijvoorbeeld bij een slee (afbeelding 6). Als er sneeuw ligt, heb je weinig wrijvings-kracht. Maar op een straat zonder sneeuw kun je de slee niet zo gemakkelijk trekken. Je hebt dan veel wrijvings-kracht tussen de slee en de straat.



▶ **afbeelding 6**
Door de sneeuw heb je weinig wrijvings-kracht.

## Opgaven

**17** Door spankracht gaat een touw SLAP HANGEN / STRAK STAAN.

**18** Schrijf nog twee dingen op waarin spankracht kan voorkomen.

______________________________________________________________

**19** Een auto is geslipt en in een sloot terecht gekomen. Met een trekker wordt de auto uit de sloot getrokken.
Welke kracht werkt in de kabel tussen de auto en de trekker?
☐ A zwaartekracht
☐ B wrijvings-kracht
☐ C spankracht
☐ D spierkracht

**20** Zwaartekracht is de kracht waarmee de aarde voorwerpen AANTREKT / WEGDUWT.

**21** Zwaartekracht hangt WEL / NIET af van de massa die een voorwerp heeft.

**22** Als twee vlakken langs elkaar wrijven, ontstaat ______________________ .

**23** Wrijvings-kracht hangt WEL / NIET af van hoe glad de vlakken zijn die langs elkaar wrijven.

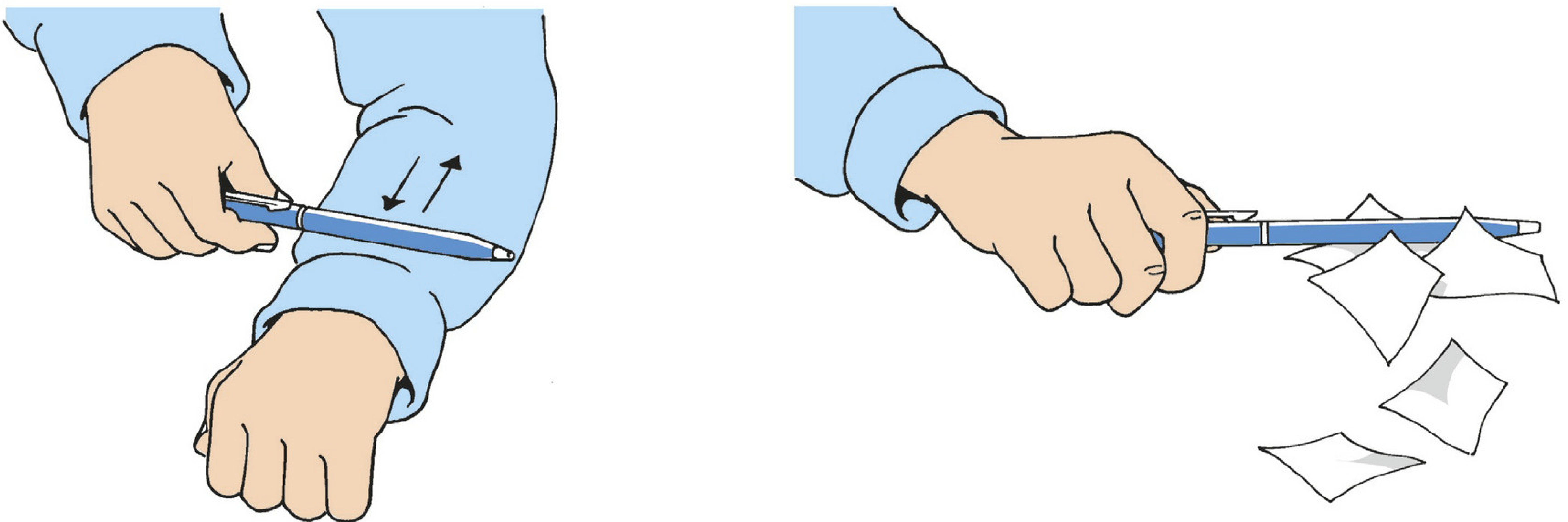
**Magnetische kracht** is de kracht in een magneet. Twee magneten kunnen elkaar aantrekken, maar een magneet trekt ook ijzer aan. Dat gebeurt met magnetische kracht. Je voelt de magnetische kracht als je dit ijzer van de magneet af trekt.

Een kastdeur met een magneet-slot werkt met magnetische kracht. De kracht van de magneet houdt de kastdeur dicht. Ook nikkel wordt aangetrokken door magnetische kracht.

**Elektrische kracht** heb je bij voorwerpen met **elektrische lading**. Je kunt zelf een voorwerp elektrisch laden met een eenvoudig proefje. Je hebt nodig:
- een balpen van kunststof (plastic);
- papier-snippers.

Leg de papier-snippers voor je op tafel. Wrijf de balpen een aantal keren langs je mouw op en neer (afbeelding 7). Houd de pen daarna vlak boven de papier-snippers. De snippers worden nu aangetrokken.

Deze aantrekking komt door de elektrische lading in de balpen. Een elektrische lading oefent kracht uit op andere voorwerpen. Dat noem je elektrische kracht.



▲ **afbeelding 7**
Door wrijving kan elektrische kracht ontstaan.

## Proef 1 Snippers optillen

### Wat je nodig hebt
- ☐ 1 kunststof staaf of buis
- ☐ 1 wollen doek
- ☐ 1 stukje papier om snippers van te maken
- ☐ 1 stukje piepschuim

### Uitvoering
- Scheur uit het stukje papier ongeveer 20 snippers.
- De snippers moeten kleiner zijn dan 1 cm.
- Leg de snippers voor je op tafel.
- Leg de wollen doek open in je hand.
- Pak de staaf in je andere hand.
- Leg de staaf in de doek (afbeelding 8a).

- Sluit je hand om de staaf.
- Wrijf stevig met de wollen doek ongeveer 20 keer over de staaf op en neer.
- Houd de staaf net boven de papier-snippers en let op wat je ziet (afbeelding 8b).



(a) wrijven van de kunststof staaf



(b) snippers optillen

▲ **afbeelding 8**
Zo doe je proef 1.

**1** Wat gebeurt er met de papier-snippers?
De snippers worden door de staaf
AANGETROKKEN / WEGGEDUWD.

**2** Door welk soort kracht worden de papier-snippers aangetrokken?
- ☐ A door magnetische kracht
- ☐ B door wrijvings-kracht
- ☐ C door elektrische kracht
- ☐ D door zwaartekracht

- Haal de papier-snippers van de staaf.
- Maak van het stukje piepschuim ongeveer 20 kleine snippers.
- Leg de snippers voor je op tafel.
- Wrijf de staaf opnieuw met de wollen doek.
- Houd de staaf bij de snippers piepschuim en let weer op wat er gebeurt.

**3** Wat gebeurt er met de snippers piepschuim?

De snippers piepschuim worden ______________________ .

**4** Door welk soort kracht worden de snippers piepschuim aangetrokken?

Door __________________ kracht.

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**24** De kracht in een magneet noem je ______________________________ .

**25** Twee magneten kunnen elkaar aantrekken, maar een magneet trekt ook _____________ en _____________ aan.

**26** Bij een kastdeur met een magneet-slot heb je WEL / NIET een sleutel nodig om de kastdeur dicht te doen.

**27** Een voorwerp kun je zelf WEL / NIET elektrisch laden.

**28** Een elektrische lading kun je WEL / NIET zien.

**29** Voorwerpen met elektrische lading oefenen ELEKTRISCHE / MAGNETISCHE kracht uit op andere voorwerpen.

**+30** In tabel 2 staan zeven zinnen. In alle zinnen werkt een kracht. Elke kracht die je hebt geleerd, komt voor. Soms werken er twee krachten.
Schrijf in tabel 2 bij elke zin de juiste kracht of krachten.

▼ **tabel 2** verschillende soorten krachten

| dit gebeurt er | soort kracht |
|---|---|
| Micha draagt een zware koffer. | |
| Je verschuift een tafel. | |
| Een spijker blijft aan een magneet hangen. | |
| Erwin schiet met een elastiekje een propje weg. | |
| Een takelwagen takelt een auto op. | |
| De groenteboer weegt een zak met aardappels. | |
| Een gewreven ballon 'plakt' tegen de muur. | |

## Onthouden!

Een kracht kun je niet zien.
Soms zie je wel de uitwerking van een kracht.
Een kracht verandert de richting, de snelheid en de vorm van een voorwerp.
Voorbeelden van krachten zijn:

- spierkracht
- veerkracht
- spankracht
- zwaartekracht
- wrijvings-kracht
- magnetische kracht
- elektrische kracht

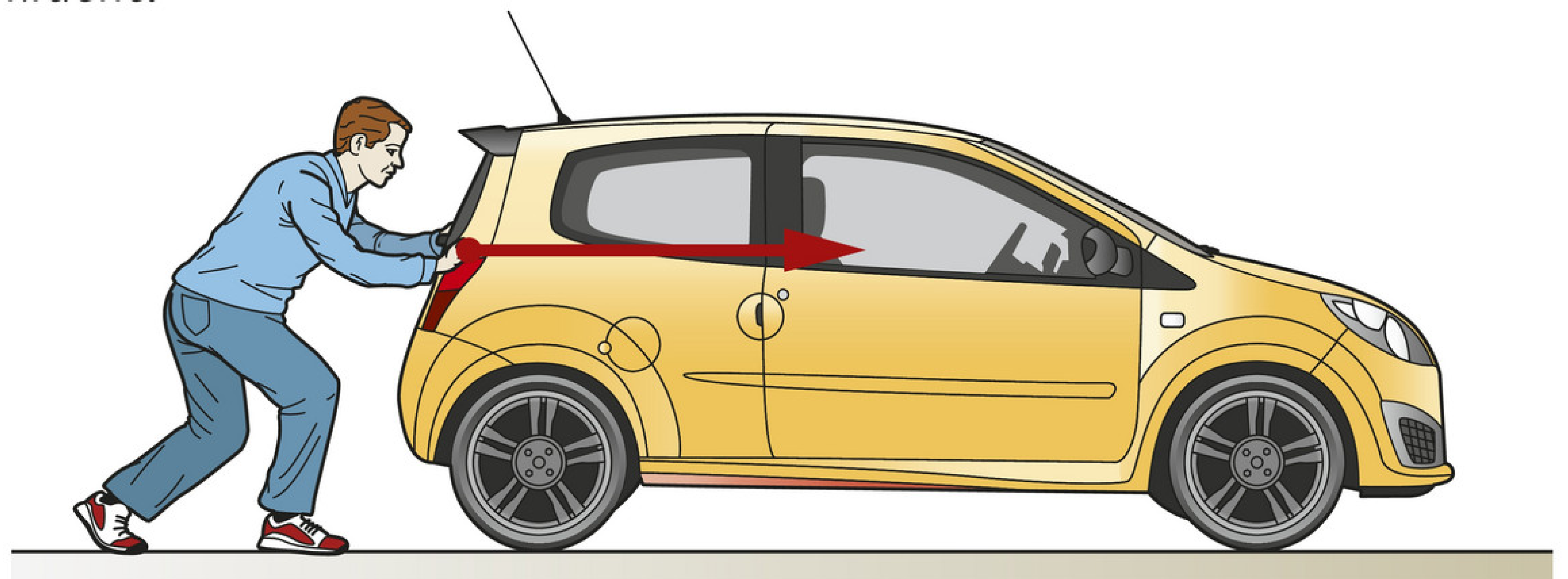
# 2 Krachten tekenen

Een kracht kun je niet zien. Maar je kunt een kracht wel tekenen. Je tekent een pijl op de plaats van de kracht.

## Een pijl voor een kracht

In een tekening kun je laten zien waar een kracht werkt. In afbeelding 9 zie je een rode pijl. De pijl stelt de kracht voor van de man die duwt. Het begin van de pijl is de plaats waarop de kracht werkt. Die plaats noem je het **aangrijpings-punt** van de kracht.

De pijl laat de **richting** van de kracht zien. De pijl wijst naar de voorkant van de auto, dus de man duwt de auto vooruit. De lengte van de pijl laat de **grootte** van de kracht zien. Een korte pijl betekent een kleine kracht. Een lange pijl betekent een grote kracht.



▲ **afbeelding 9**
De pijl staat voor de spierkracht van de man op de auto.

## Eenheid van kracht

Bij een kleine, lichte auto duwt de man niet hard. Bij een zware auto moet hij harder duwen. Zijn kracht is dan groter. Hoe groot een kracht is, geef je aan in **newton**. Newton is de **eenheid van kracht**. 1 newton kort je af als: 1 N.

Om een massa van 1 kg op te tillen, heb je een kracht nodig van 10 N. Je kunt zeggen: 1 kg komt overeen met 10 N.

*Voorbeeld 1*
Hoeveel kracht heb je nodig om iemand van 70 kg op te tillen?

1 kg komt overeen met 10 N.
Dus 70 kg komt overeen met:
70 × 10 N = 700 N
Om iemand van 70 kg op te tillen, is een kracht nodig van 700 N.

In de natuurkunde schrijf je een kracht als ***F***. *F* noem je het symbool voor kracht.
Je zegt: de kracht is 700 newton.
Je schrijft: $F$ = 700 N.
De *F* komt van *force* (het Engelse woord voor kracht).

## Opgaven

**31** Vul de zinnen aan met de juiste woorden.
Kies uit: *aangrijpings-punt – begin – grootte – kleine – pijl – richting*.

In een tekening kun je met een ________________ laten zien waar een kracht werkt. Het ________________ van de pijl is de plaats waarop de kracht werkt. Die plaats noem je het ________________ van de kracht. De pijl wijst in de ________________ van de kracht. De lengte van de pijl laat de ________________ van de kracht zien. Een korte pijl betekent een ________________ kracht.

**32** De eenheid van kracht is ________________ .

**33** 1 newton kort je af als: ________ .

**34** Om een massa van 1 kg op te tillen, heb je WEL / NIET een kracht nodig van 10 N.

**35** In de natuurkunde gebruik je een symbool om een kracht aan te geven.

Het symbool voor kracht is ______ .

**36** Een kracht heeft een grootte van 800 newton.
Hoe schrijf je dat op met de afkortingen voor kracht en voor newton?

________________

**37** In tabel 3 staat de massa in kg.
Schrijf de zwaartekracht in de tweede kolom. Gebruik als het nodig is je rekenmachine.

▼ **tabel 3** van massa naar zwaartekracht

| massa | zwaartekracht |
|---|---|
| 10 kg | |
| 2 kg | |
| 312 kg | |
| 2,3 kg | |
| 0,25 kg | |

**38** In tabel 4 staat de zwaartekracht in N.
Schrijf de massa in de tweede kolom. Gebruik als het nodig is je rekenmachine.

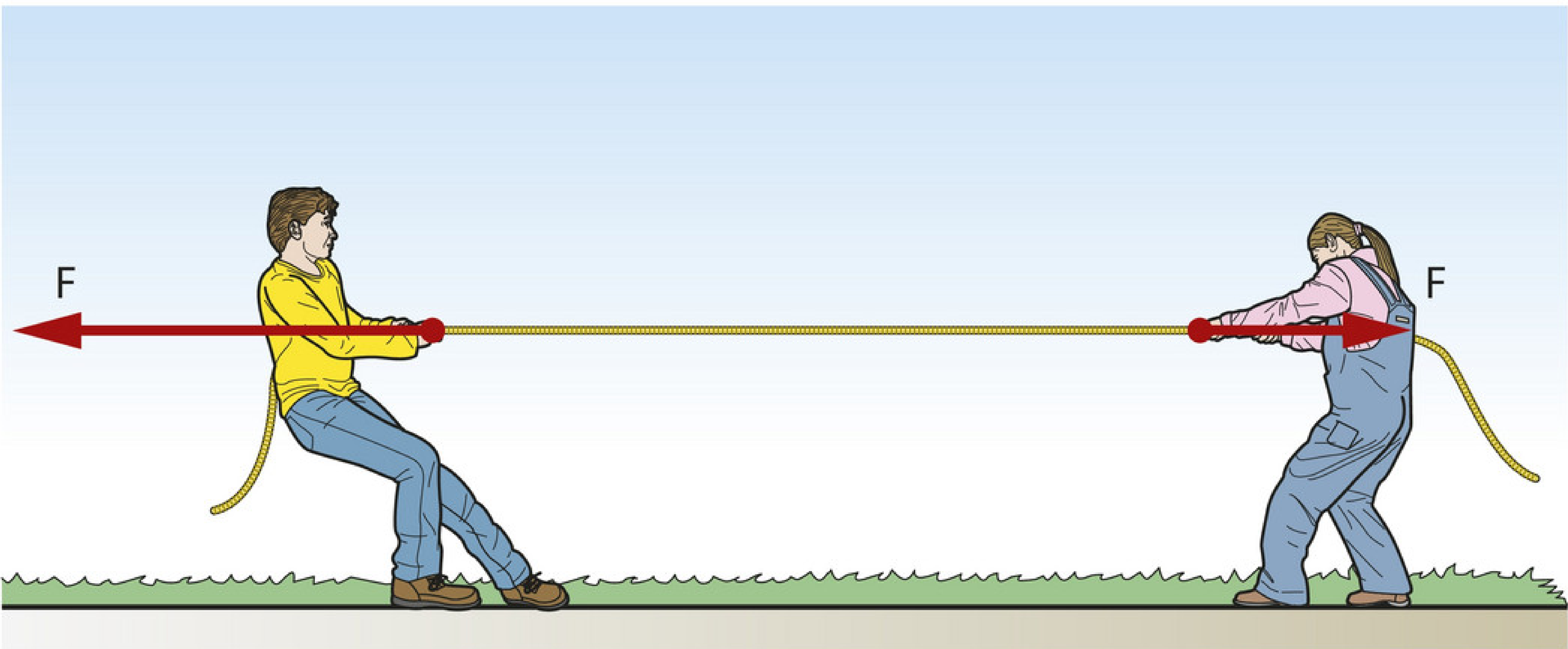
▼ **tabel 4** van zwaartekracht naar massa

| zwaartekracht | massa |
|---|---|
| 3,6 N | |
| 200 N | |
| 17 N | |
| 1844 N | |
| 21 456 N | |

## Krachten-schaal

Een kracht teken je met een pijl. Een andere naam voor die pijl is **vector**. Bij de pijl schrijf je een *F*. Daarmee laat je zien dat de pijl een kracht voorstelt. De grootte van de kracht kun je zien aan de lengte van de pijl.

*Voorbeeld 2*
Twee kinderen zijn aan het touw-trekken. De een trekt met een kracht van 100 N. De ander trekt met een kracht van 50 N.
Je maakt een tekening. Met de lengte van de pijl laat je zien hoe groot elke kracht is. De pijl voor 100 N is 2 keer zo lang als de pijl voor 50 N (afbeelding 10).




▲ **afbeelding 10**
Misschien zie je al wie er wint.

Iemand anders ziet jouw tekening. Hij wil weten met hoeveel kracht de kinderen trekken. Hij moet dan weten wat jij bedoelt met de lengte van je pijl.
Bijvoorbeeld: met 1 cm van de pijl bedoel je 20 N.
Je zegt: 1 cm komt overeen met 20 N.
Dit noem je de **krachten-schaal**. De krachten-schaal is de afspraak over de kracht en de lengte van de pijl.

Je kunt de krachten-schaal korter schrijven.
Je zegt: 1 cm komt overeen met 20 newton.
Je schrijft: 1 cm ≙ 20 N.
Dus ≙ betekent: komt overeen met.

*Voorbeeld 3*
Je hebt een pijl getekend van 5 cm. Als krachten-schaal gebruik je:
1 cm ≙ 20 N.
Een pijl van 5 cm komt overeen met 5 × 20 N = 100 N.

*Voorbeeld 4*
Je wilt een kracht tekenen van 700 N. Je kiest als krachten-schaal:
1 cm ≙ 100 N.
700 N = 7 × 100 N
Je tekent een pijl van 7 × 1 cm = 7 cm.

## Tekenen

Je moet een kracht tekenen van 350 N. De krachten-schaal is:
1 cm ≙ 100 N. Je kunt berekenen hoe lang de pijl moet zijn.
Daarvoor gebruik je de formule:

**lengte = kracht : krachten-schaal**

Vul nu de getallen in:

lengte = 350 : 100 = 3,5 cm

Voor een kracht van 350 N teken je een pijl van 3,5 cm.

## Opgaven

**39** Vul de zinnen aan met de juiste woorden.
Kies uit: *F – kracht – lengte – pijl – vector.*

Een kracht teken je met een ____________ . Bij de pijl schrijf je een ____________ .

Daarmee laat je zien dat de pijl een ____________ voorstelt. De grootte van de kracht

kun je zien aan de ____________ van de pijl. Een andere naam voor die pijl is

____________ .

**40** Hoe noem je de afspraak over de kracht en de lengte van de pijl?
- ☐ A schaal-verdeling
- ☐ B schaaldeel
- ☐ C vector
- ☐ D krachten-schaal

**41** Wat betekent het teken ≙ ?

______________________________________________

**42** Je kunt de krachten-schaal korter schrijven.
Je zegt bijvoorbeeld: 1 centimeter komt overeen met 50 newton.

Hoe schrijf je dit zo kort mogelijk op? Je schrijft: ____________________ .

**43** Je hebt een pijl getekend van 5 cm. Als krachten-schaal gebruik je: 1 cm komt overeen met 10 N.

De pijl van 5 cm is dus een kracht van 5 × ______ N = _________ .

**44** Je hebt een pijl getekend van 10 cm. Als krachten-schaal gebruik je: 1 cm ≙ 20 N.

De pijl van 10 cm is een kracht van ______ × _______________________ .

**45** Je moet een kracht tekenen van 1000 N. Je kiest als krachten-schaal: 1 cm ≙ 100 N.
Hoe lang moet je de pijl tekenen?

1000 N = ______ × 100 N

Je tekent een pijl van ______ × 1 cm = ______ cm.

**46** Je moet een kracht tekenen van 650 N. De krachten-schaal is: 1 cm ≙ 100 N.
Hoe lang moet je de pijl tekenen?

650 N = ______ × 100 N

Je tekent een pijl van ______ × _______________________ .

**47** Je moet een kracht tekenen. Je moet berekenen hoe lang de pijl moet zijn.
Welke formule gebruik je daarvoor?

__________________________________________________________________

**48** Je wilt een kracht tekenen van 75 N. Je kiest als krachten-schaal: 1 cm ≙ 10 N.
Reken uit hoe lang de pijl moet worden.
Vul de getallen in:

lengte = ______ : ______ = ______ cm

Voor een kracht van 75 N teken je een pijl van ______ cm.

**+49** In tabel 5 staat de lengte van de pijl in kolom 1. In de tweede kolom staat de krachten-schaal.
De grootte van de kracht bereken je met de formule:
kracht = lengte × krachten-schaal.
Bereken elke kracht. Schrijf de grootte van elke kracht in de derde kolom.
Schrijf ook de berekening op. Een voorbeeld is al ingevuld.

▼ **tabel 5** Schrijf in kolom 3 de grootte van de kracht op.

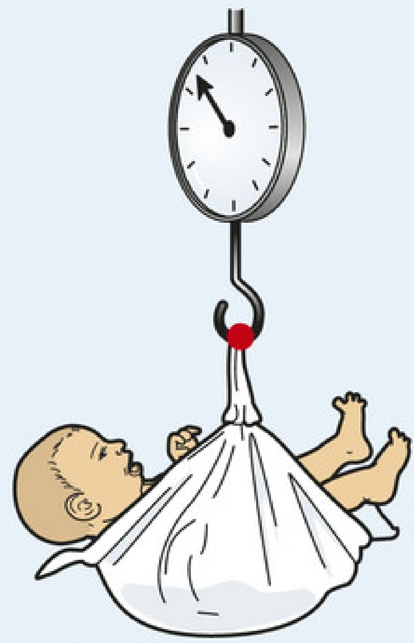
| lengte van de pijl | krachten-schaal | kracht |
|---|---|---|
| 12 cm | 1 cm ≙ 20 N | 12 × 20 = 240 N |
| 6 cm | 1 cm ≙ 100 N | |
| 9 cm | 1 cm ≙ 10 N | |
| 2,7 cm | 1 cm ≙ 1000 N | |
| 0,9 cm | 1 cm ≙ 200 N | |

**+50** In tabel 6 staat de grootte van de kracht in kolom 1. In de tweede kolom staat de krachten-schaal.
Bereken voor elke kracht de lengte van de pijl. Schrijf de lengte van de pijl in de derde kolom. Schrijf ook de berekening op. Een voorbeeld is al ingevuld.

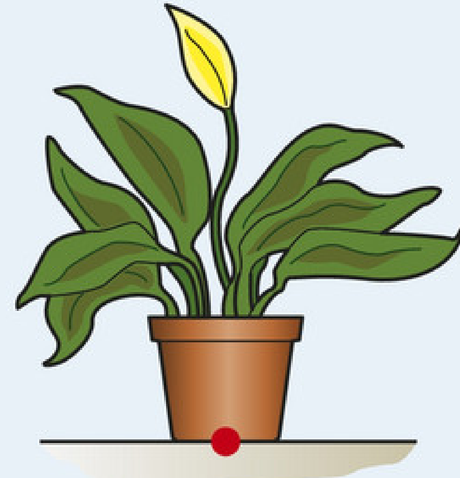
▼ **tabel 6** Schrijf in kolom 3 de lengte van de pijl op.

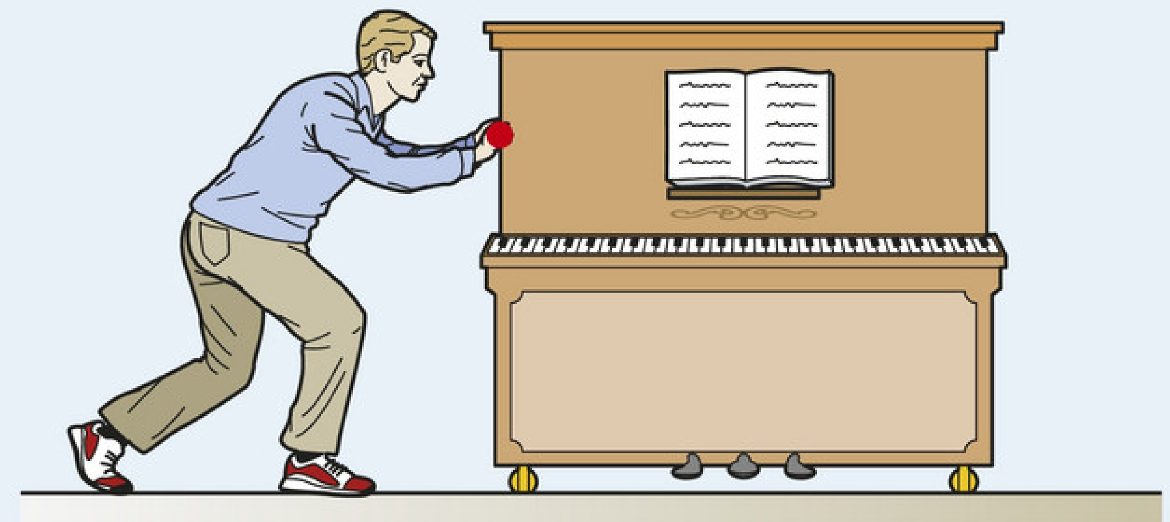
| kracht | krachten-schaal | lengte van de pijl |
|---|---|---|
| 30 N | 1 cm ≙ 10 N | 30 : 10 = 3 cm |
| 120 N | 1 cm ≙ 20 N | |
| 1200 N | 1 cm ≙ 100 N | |
| 5000 N | 1 cm ≙ 250 N | |
| 20 N | 1 cm ≙ 1 N | |

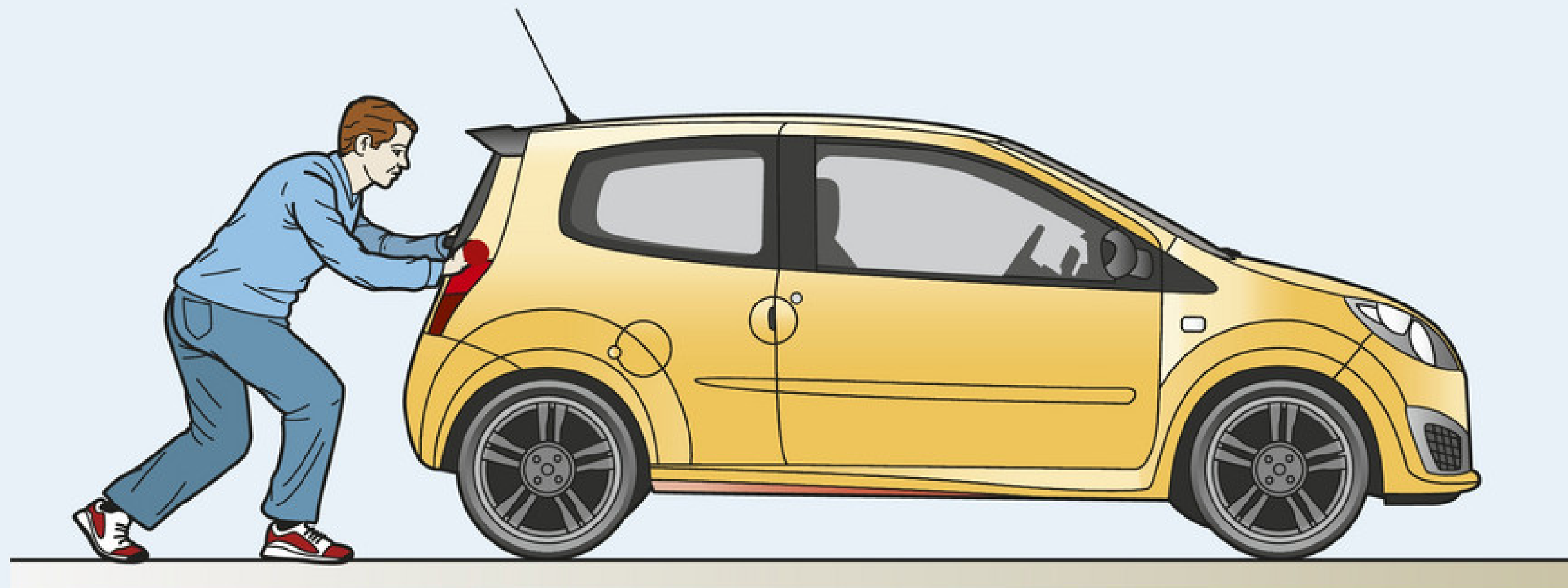
**+51** Teken in afbeelding 11 de krachten op de juiste schaal. Zet bij elke kracht het symbool *F* (van kracht).
Tip! Bij elke tekening staat de krachten-schaal. De rode stip is het aangrijpings-punt van de kracht. Vanaf de rode punt moet je dus de kracht tekenen.

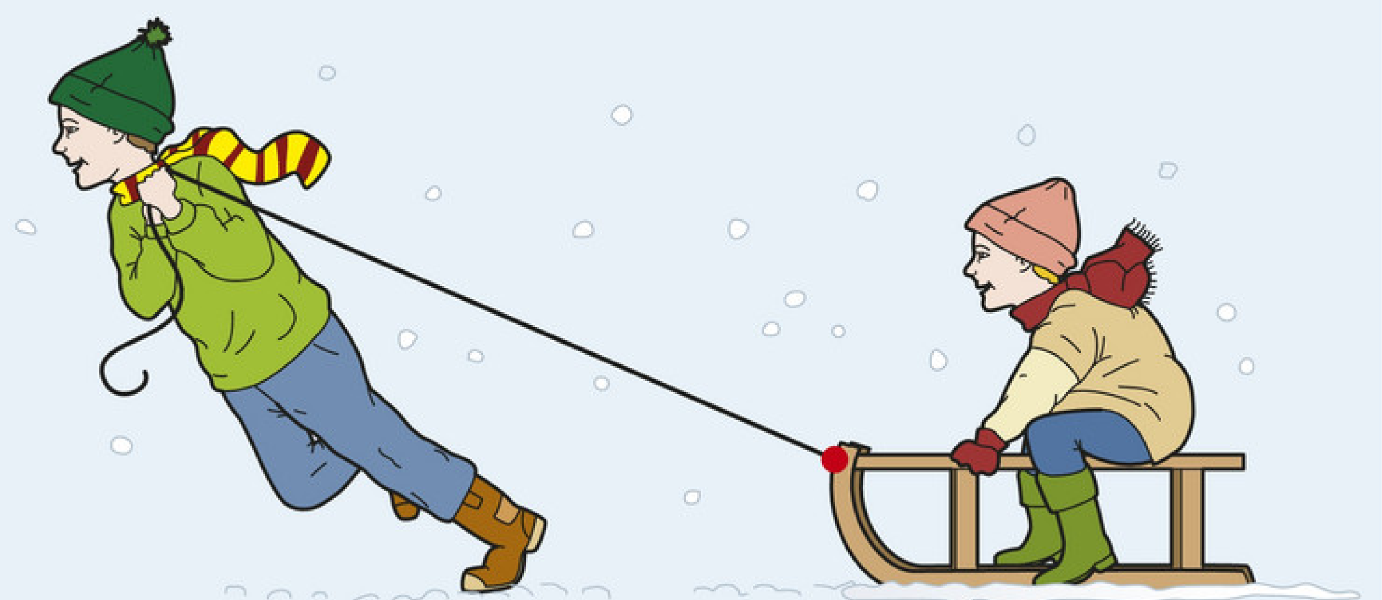

De baby weegt 75 N. 1 cm ≙ 50 N
ⓐ


Een koffer optillen met 250 N. 1 cm ≙ 100 N
ⓑ


De bloempot weegt 25 N. 1 cm ≙ 10 N
ⓒ


Een piano vooruit duwen met 400 N. 1 cm ≙ 100 N
ⓓ


Een auto aanduwen met 500 N. 1 cm ≙ 100 N
ⓔ


Een slee vooruit trekken met 300 N. 1 cm ≙ 100 N
ⓕ

▲ **afbeelding 11**
Teken de krachten op de juiste schaal.

**Onthouden!**

Een kracht heeft een:
- aangrijpings-punt
- richting
- grootte

De eenheid van kracht is newton.
1 newton kort je af als 1 N.
Het symbool voor kracht is *F*.
Een kracht teken je met een pijl.
Een ander woord voor deze pijl is vector.
De krachten-schaal is de afspraak over de lengte van de pijl.
Een voorbeeld van een krachten-schaal is: 1 cm ≙ 100 N.
De lengte van de pijl bereken je met de formule:

lengte = kracht : krachten-schaal

# 3 Zwaartekracht

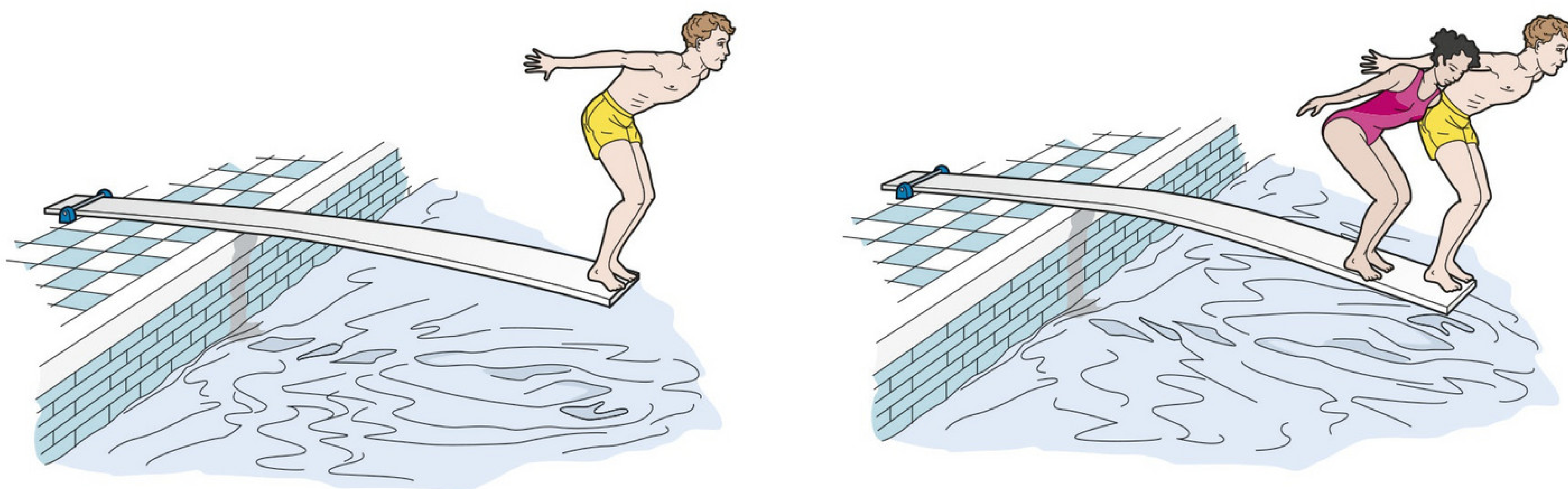
Om iets op te tillen, heb je kracht nodig. Je moet tegen de zwaartekracht in werken.

Bij alles wat je optilt, voel je een kracht. Dat is de **zwaartekracht**. Voor het tillen van een krat met volle flessen heb je veel kracht nodig. Als de flessen leeg zijn, heb je minder kracht nodig. Het **gewicht** is dan kleiner. Je kunt ook zeggen: de zwaartekracht is kleiner.
Gewicht is een ander woord voor zwaartekracht.

De eenheid van zwaartekracht is newton (N).
Een voorwerp met een massa van 100 gram (g) heeft een zwaartekracht van 1 N.
Dus: 100 g = 1 N.
1 kg = 1000 g.
Dus: 1 kg = 10 N.

**Let op!**
De eenheid van massa is gram (g) of kilogram (kg).
De eenheid van gewicht en zwaartekracht is newton (N).

Soms kun je de uitwerking van de zwaartekracht op een voorwerp zien. Bijvoorbeeld bij de duikplank in afbeelding 12. Bij de jongen buigt de plank een beetje door. In de tweede tekening staan de jongen en het meisje samen op de duikplank. Doordat de zwaartekracht nu groter is, buigt de plank verder door.

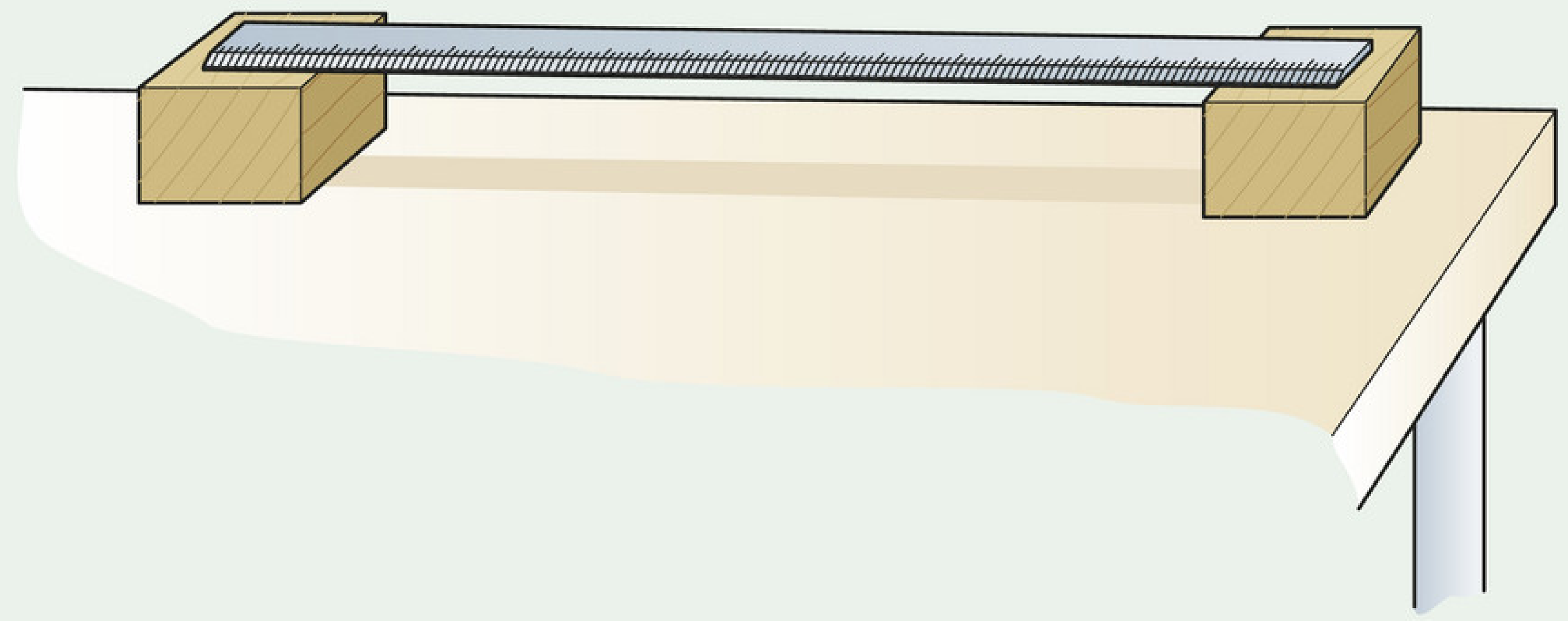


▲ **afbeelding 12**
De duikplank buigt verder door als de zwaartekracht groter is.

## Proef 2 Gewicht en kracht

### Wat je nodig hebt

- ☐ 2 stukjes hout van 2 cm dikte
- ☐ 2 metalen linialen van 30 cm
- ☐ 2 ton-voeten



▲ **afbeelding 13**
Zo leg je de liniaal op de blokjes.

### Uitvoering

- Leg de blokjes hout plat op de tafel (afbeelding 13).
- Leg er één liniaal op.
- Duw met je vinger op de liniaal totdat hij ongeveer 1 cm doorbuigt.
- Onthoud hoe hard je moet duwen.

**1** Hoe komt het dat de liniaal doorbuigt als je erop duwt?
Dat komt WEL / NIET door de kracht van de vinger.

**2** Welk soort kracht oefent je vinger uit op de liniaal?
- ☐ A veerkracht
- ☐ B spierkracht
- ☐ C buigkracht
- ☐ D trekkracht

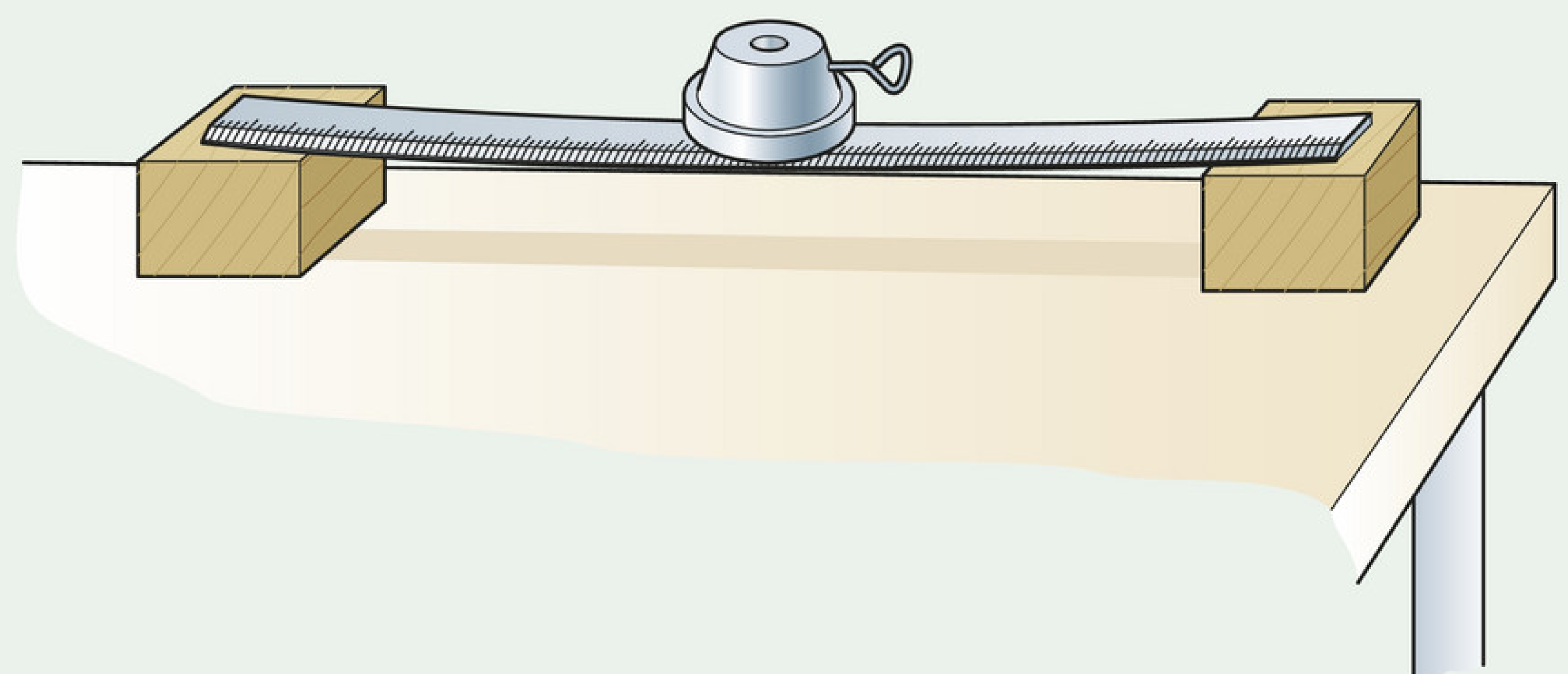
**3** Welke richting heeft de kracht van je vinger?
De kracht werkt naar BOVEN / BENEDEN.

- Duw nu weer met je vinger op de liniaal.
- Duw tot de liniaal de tafel raakt.
- Onthoud ook deze kracht.

**4** Vergelijk de tweede kracht met de eerste.
Was er verschil tussen de krachten?
- ☐ A Ja, de tweede keer was de kracht de helft van de eerste.
- ☐ B Nee, de tweede keer was de kracht even groot.
- ☐ C Ja, de tweede keer was de kracht groter.
- ☐ D Ja, de tweede keer was de kracht kleiner.

**5** Wat weet je na deze proef?
Als de liniaal meer doorbuigt, is de kracht GROTER / KLEINER.

- Leg een ton-voet in het midden op de liniaal (afbeelding 14).
- Kijk of de liniaal is doorgebogen.



▲ **afbeelding 14**
Leg de ton-voet midden op de liniaal.

6 Meet hoeveel milli-meter (mm) de liniaal doorbuigt.

De liniaal buigt ____________________ mm door.

______________________________________________________________________

______________________________________________________________________

- Zet de tweede ton-voet boven op de eerste ton-voet.

7 Meet hoeveel mm de liniaal nu is doorgebogen.

De liniaal is nu ____________________ mm doorgebogen.

______________________________________________________________________

______________________________________________________________________

8 Waardoor komt het dat de liniaal is doorgebogen?
- ☐ A door het ijzer van de liniaal
- ☐ B door de kracht van je vingers
- ☐ C door het gewicht van de ton-voeten
- ☐ D door de houten stukjes

De liniaal buigt door als je er met je vinger op duwt.
Als je de kracht van je vinger groter maakt, dan buigt de liniaal meer door.
Door het gewicht van de ton-voeten buigt de liniaal ook door.
De conclusie van deze proef is: **gewicht is een kracht.**

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

52 Een ander woord voor zwaartekracht is _____________ .

53 Wat is de eenheid van massa?
- ☐ A gram
- ☐ B pond
- ☐ C newton
- ☐ D ons

54 Wat is de eenheid van zwaartekracht?
- ☐ A gram
- ☐ B pond
- ☐ C newton
- ☐ D ons

55 Hoe groter de massa, hoe GROTER / KLEINER de zwaartekracht.

56 De fiets van Rudy heeft een massa van 21 kilogram.

Hoe groot is de zwaartekracht van de fiets van Rudy? _____________




▲ **afbeelding 15**
drie kracht-meters

## Zwaartekracht meten

Je hangt een massa-blokje aan een veer. De veer rekt uit. Dat komt door de zwaartekracht van het massa-blokje. Met twee massa-blokjes rekt de veer verder uit. De zwaartekracht is groter.

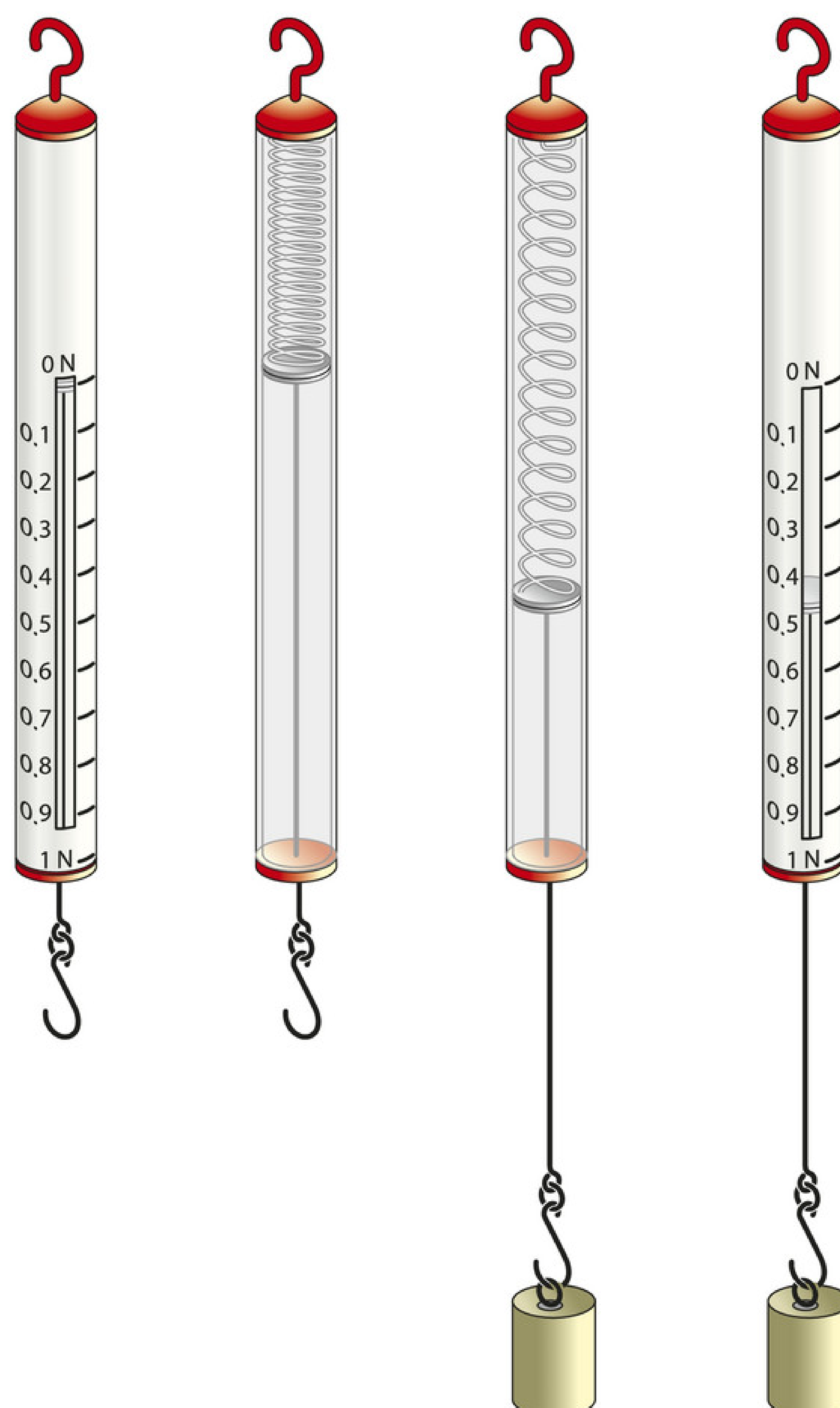
Een massa-blokje van 100 gram heeft een zwaartekracht van 1 N. Twee massablokjes van 100 gram hebben samen een zwaartekracht van 2 N.

Krachten zijn niet altijd even groot. Hoe groot een kracht is, kun je meten. Je hebt dan een **kracht-meter** nodig (afbeelding 15). Een kracht-meter werkt met een veer. Daarom noem je het ook een **veer-unster** (een unster is een oud soort weegschaal of balans).

Met een kracht-meter meet je de grootte van de kracht in newton.

In een kracht-meter zit een veer. Als je een voorwerp aan het haakje van de kracht-meter hangt, rekt de veer uit. Bij een zwaarder voorwerp rekt de veer verder uit dan bij een licht voorwerp. In afbeelding 16 zie je hoe dit werkt.

Links zie je een kracht-meter waar niets aan hangt. Je ziet eerst de buitenkant en dan de binnenkant. In de binnenkant zit de veer. De veer is niet uitgerekt.
Rechts hangt een massa-blokje aan de kracht-meter. De veer is uitgerekt. De wijzer geeft de zwaartekracht van het massa-blokje aan.




▲ **afbeelding 16**
In een kracht-meter zit een veer.

## Proef 3 Zwaartekracht meten

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 statief-voet
- ☐ 1 statief-stang
- ☐ 1 statief-klem
- ☐ 1 haak
- ☐ 3 kracht-meters (1 N, 5 N en 10 N)
- ☐ 10 massa-blokjes van 50 gram

### Uitvoering

- Pak de kracht-meter waarop 1 N staat.
- Bekijk de kracht-meter goed.

**1** Op de kracht-meter staat 1 N.
Wat betekent de afkorting 1 N?

1 N betekent: ____________________ .

**2** Waarvan is newton de eenheid?

Newton is de eenheid van _______________ .

Op de kracht-meter zie je een schaal-verdeling.
De schaal-verdeling gaat van 0 tot 1 N.
De grootste kracht die je met deze kracht-meter kunt meten, is 1 N.

- Hang de kracht-meter aan het statief (afbeelding 17).
- Hang één massa-blokje van 50 gram aan het haakje van de kracht-meter.
- Kijk goed wat er gebeurt.

**3** Wat gebeurt er als je één massa-blokje aan de kracht-meter hangt?
- ☐ A Er gebeurt niets.
- ☐ B De kracht-meter rekt voor de helft uit.
- ☐ C De kracht-meter rekt uit totdat hij niet verder kan.

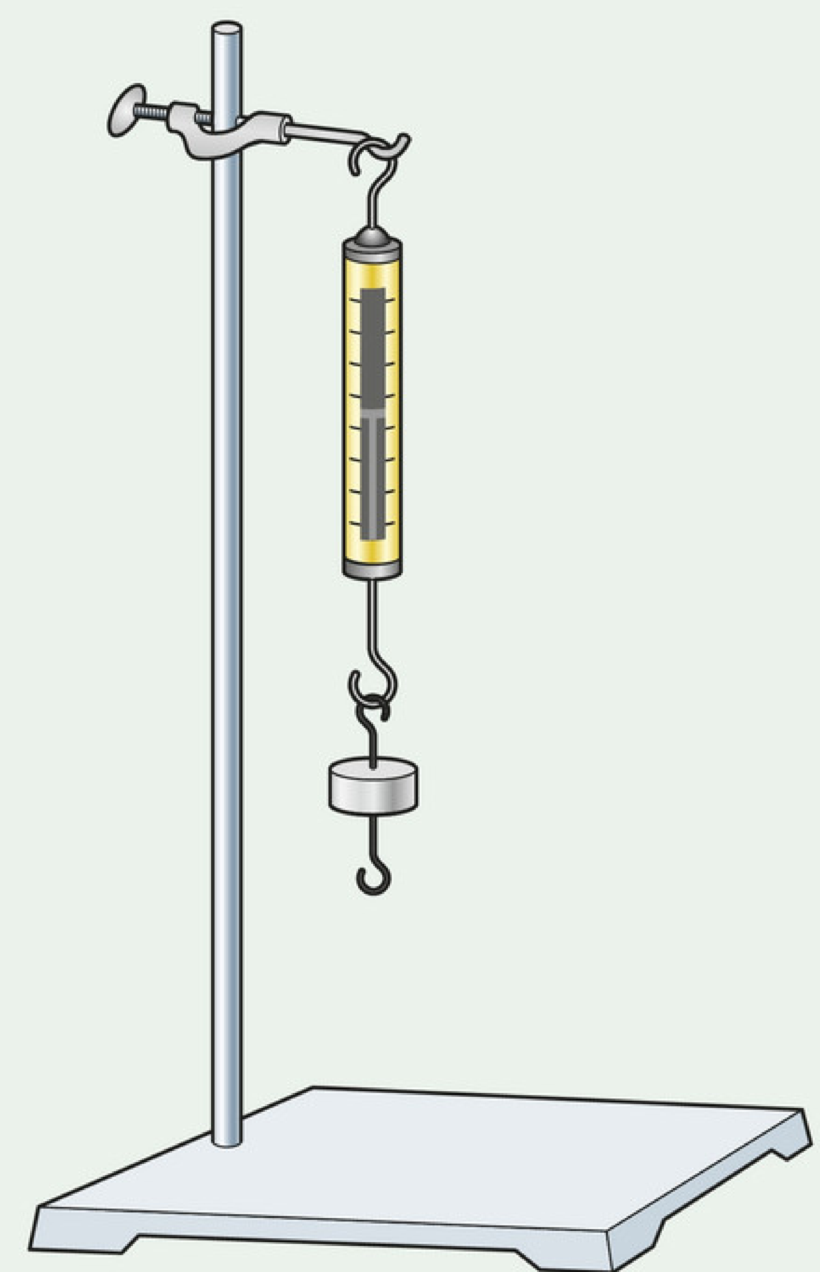
**4** Hoeveel lees je af op de schaal-verdeling van de kracht-meter?

_______ newton

- Hang nog één massa-blokje van 50 gram aan de kracht-meter.

**5** Wat lees je nu af op de kracht-meter?

Bij twee massa-blokjes lees ik af: ____ N.



▲ **afbeelding 17**
de opstelling voor proef 3

- Hang nu in totaal drie massa-blokjes aan de kracht-meter.

**6** Wat merk je nu aan de kracht-meter?
☐ A De kracht-meter gaat kapot.
☐ B De kracht-meter rekt uit tot precies aan het einde van de schaal-verdeling.
☐ C De kracht-meter rekt uit tot een klein stukje voorbij de schaal-verdeling.

| |
|---|
| De kracht-meter heeft een aanslag.<br>Deze aanslag zorgt ervoor dat de veer niet te ver kan worden uitgerekt.<br>Op deze manier wordt voorkomen dat je de kracht-meter beschadigt. |

- Neem nu de kracht-meter waar 5 N op staat.

**7** Is de lengte van deze meter even groot als die van 1 N?
De meters zijn WEL / NIET even groot.

**8** Is de schaal-verdeling hetzelfde als van de kracht-meter van 1 N?
De schaal-verdeling is WEL / NIET hetzelfde.

**9** Hoe groot is de grootste kracht die je met deze kracht-meter kunt meten?

De grootste kracht is _______ .

In de kracht-meters zit een veer. Die veer rekt uit als je een kracht meet.

- Trek beide kracht-meters iets uit totdat je de veer ziet.
- Kijk naar de veer van de kracht-meter van 1 N.
- Kijk ook naar de veer van de kracht-meter van 5 N.

**10** In welke kracht-meter zit de veer met de dikste draad?
☐ A in de kracht-meter van 1 N
☐ B in de kracht-meter van 5 N
☐ C De veren zijn precies hetzelfde.

- Trek de kracht-meter van 1 N uit tot het eind van de schaal-verdeling.
- Trek ook de kracht-meter van 5 N uit tot het eind van de schaal-verdeling.

**11** Voor welke veer heb je de grootste kracht nodig?
☐ A voor de veer van dun draad
☐ B voor de veer van dik draad
☐ C Voor beide veren is de kracht gelijk.

**12** Neem de kracht-meter van 10 N.
Hoe is bij deze meter de schaal-verdeling?

De schaal-verdeling gaat van ____ tot ______ N.

**13** Hoe groot is de grootste kracht die je met deze kracht-meter kunt meten?

De grootste kracht is ______ N.

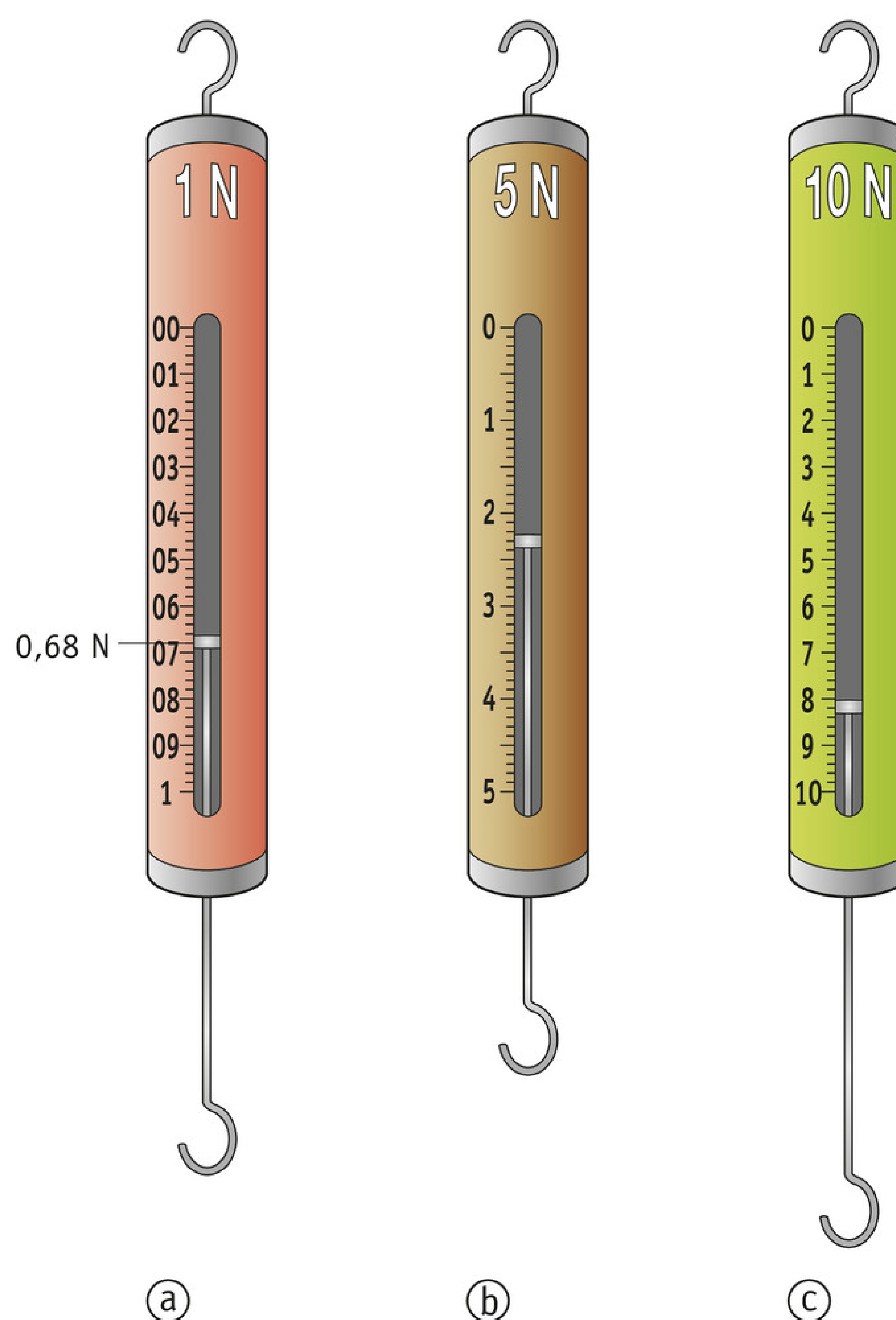
## Nauwkeurig aflezen

Je meet een kracht. Op de kracht-meter moet je het aantal newton aflezen. Soms zijn dat 'mooie' getallen, die je gemakkelijk kunt aflezen. Vaak is dat niet zo. Daarom moet je de schaal-verdeling van de kracht-meter goed snappen. Drie vragen helpen je daarbij:

1 Wat is de grootste kracht die je met deze meter kunt meten?
2 Bij welk streepje van de schaal-verdeling staat de wijzer?
3 De waarde bij de wijzer is de kracht die je meet.

**Let op!**
Boven aan de meter staat de nul. Je telt dus altijd van boven naar beneden.

Kijk naar de kracht-meters in afbeelding 18. Hier zie je een paar moeilijke voorbeelden.




▶ **afbeelding 18**
kracht-meters aflezen

*Voorbeeld 5: meter a in afbeelding 18*

1 Wat is de grootste kracht die je met deze meter kunt meten?
De grootste kracht is 1 N. Dat staat boven op de meter.
2 Bij welk streepje staat de wijzer?
Tel van boven naar beneden. De wijzer staat bij het vierde streepje na 0,6.
De ruimte tussen 0,6 en 0,7 is verdeeld in vijf stukjes.
Elk stukje is daarom: 0,1 : 5 = 0,02
Vier stukjes is: 4 × 0,02 = 0,08
De wijzer staat bij: 0,6 + 0,08 = 0,68
3 Je meet een kracht van 0,68 N.

## Opgaven

**57** Welke kracht lees je af bij de meter van afbeelding 18b?
Tip! Werk op dezelfde manier als bij het voorbeeld van meter a van afbeelding 18.

______________________________________________

**58** Welke kracht lees je af bij de meter van afbeelding 18c?
Tip! Werk op dezelfde manier als bij het voorbeeld van meter a van afbeelding 18.

______________________________________________

**59** Vul de zinnen aan met de juiste woorden.
Kies uit: *kracht-meter – veer – veer-unster.*

Om zwaartekracht te meten, gebruik je een ____________ . Een kracht-meter werkt met een ____________ .

Een ander woord voor kracht-meter is ____________ .

**60** Met een kracht-meter meet je de grootte van een kracht in NEWTON / GRAM.

**+61** De schaal-verdeling van een kracht-meter is DIGITAAL / ANALOOG.

**62** De wijzer van een kracht-meter DRAAIT / SCHUIFT langs de schaal-verdeling.

**63** Afbeelding 19a is een kracht-meter van 1 N.
Bij welke kracht staan de pijlen in deze afbeelding?

A = ________ N D = ________ N

B = ________ N E = ________ N

C = ________ N

**64** Afbeelding 19b is een kracht-meter van 5 N.
Bij welke kracht staan de pijlen in deze afbeelding?

F = ________ N I = ________ N

G = ________ N J = ________ N

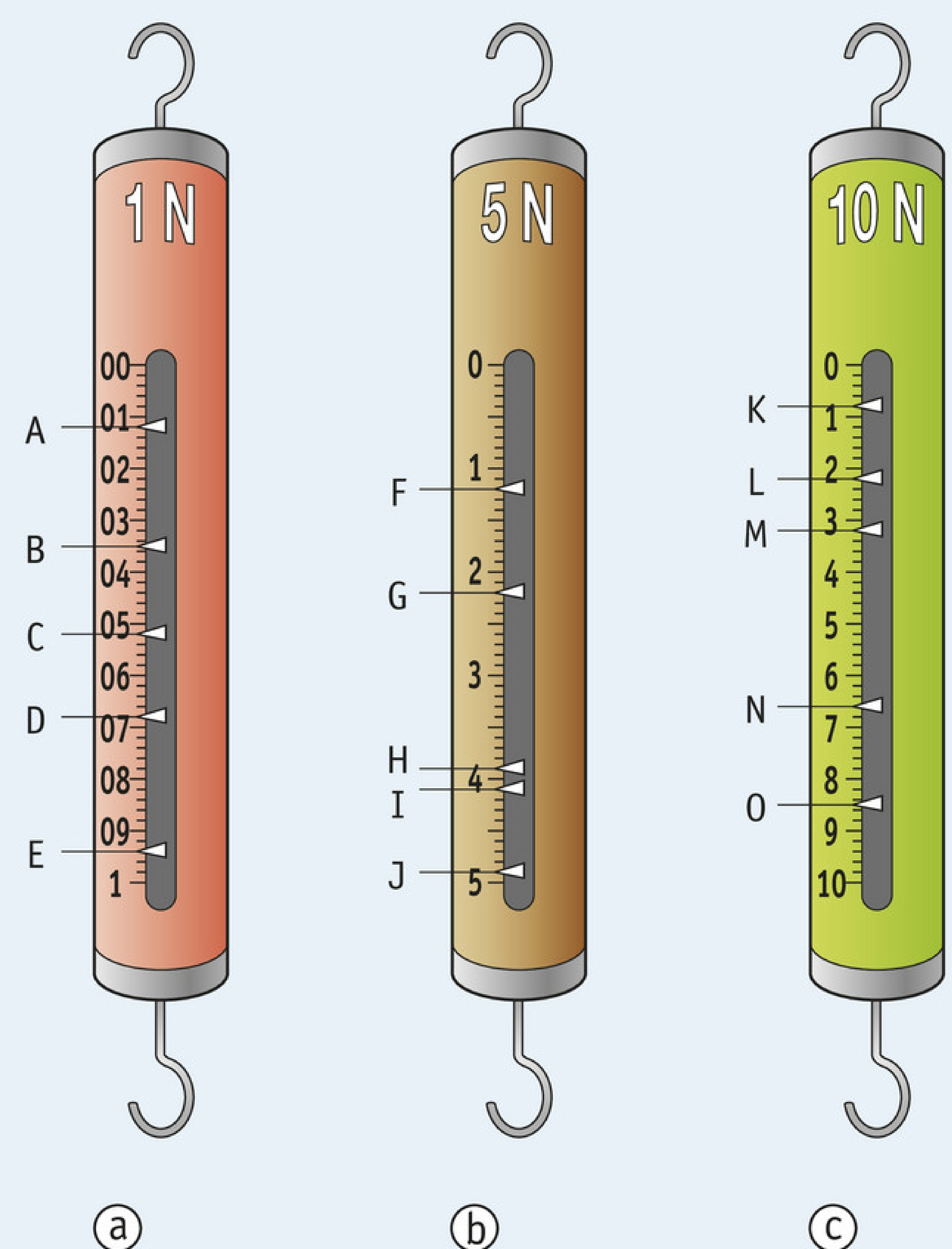
H = ________ N

**65** Afbeelding 19c is een kracht-meter van 10 N.
Bij welke kracht staan de pijlen in deze afbeelding?

K = ________ N N = ________ N

L = ________ N O = ________ N

M = ________ N

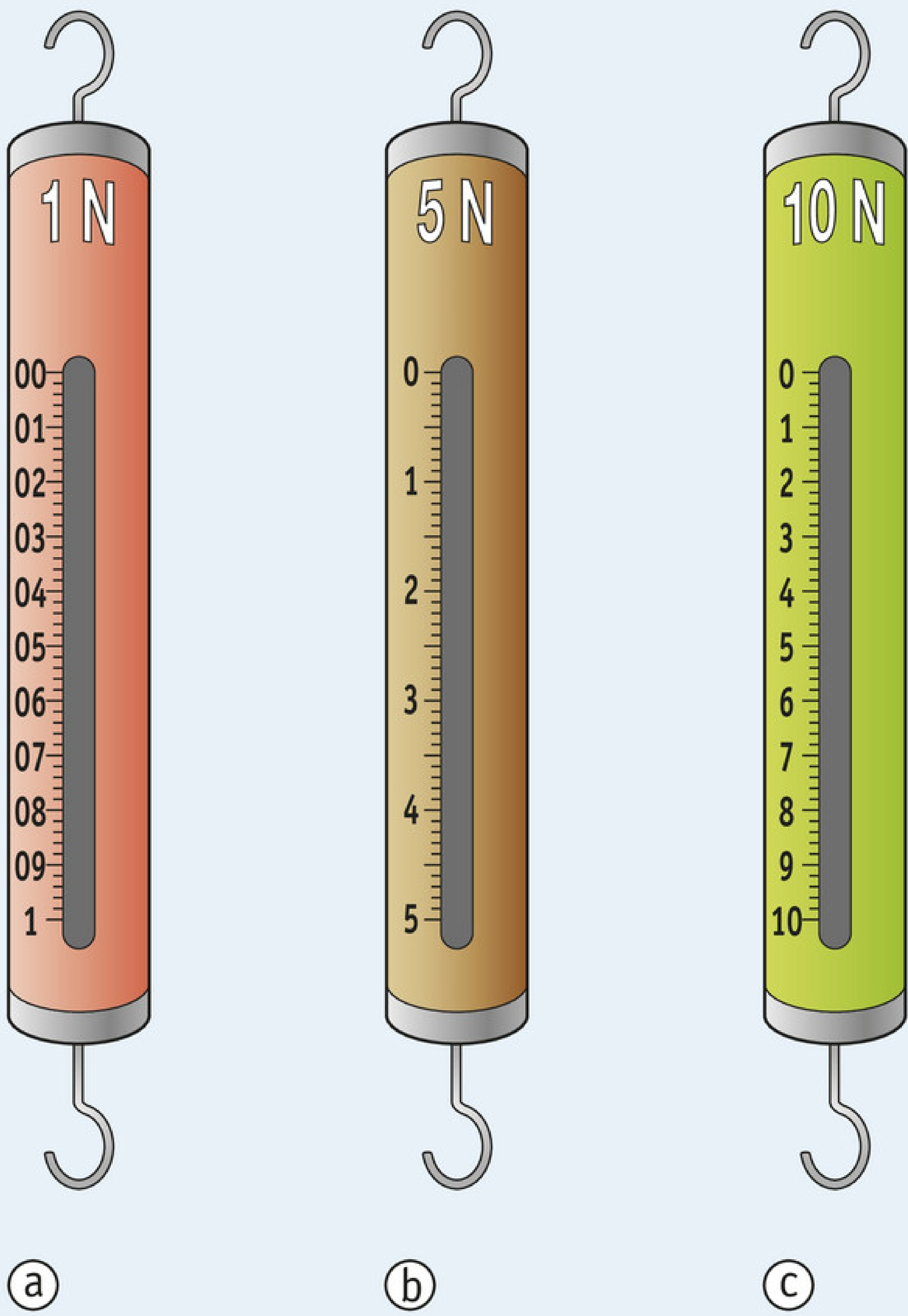



▲ **afbeelding 19**
drie verschillende kracht-meters

**66** In afbeelding 20a staat een kracht-meter van 1 N.
Teken pijlen bij de schaal-verdeling.
Werk op dezelfde manier als bij afbeelding 19 is gedaan.
Zet jouw pijlen rechts naast de meter.
Schrijf het nummer van de pijl erbij.
pijl 1: 0,8 N
pijl 2: 0,2 N
pijl 3: 0,35 N
pijl 4: 0,54 N
pijl 5: 0,98 N

**67** In afbeelding 20b staat een kracht-meter van 5 N.
Teken pijlen bij de schaal-verdeling.
Werk weer op dezelfde manier.
pijl 6: 1,3 N
pijl 7: 4,6 N
pijl 8: 2,2 N
pijl 9: 0,4 N
pijl 10: 3,9 N

**68** In afbeelding 20c staat een kracht-meter van 10 N.
Teken de pijlen bij de schaal-verdeling.
Werk weer op dezelfde manier.
pijl 11: 0,8 N
pijl 12: 1,8 N
pijl 13: 4,6 N
pijl 14: 6,8 N
pijl 15: 8,3 N




▲ **afbeelding 20**
drie verschillende kracht-meters

**69** In kolom 1 van tabel 7 staat telkens een aantal massa-blokjes van 50 gram.
Vul in de tweede kolom de totale massa van die massa-blokjes in.
Reken daarna de zwaartekracht van die stukjes uit en schrijf die op in kolom 3.
Regel 1 is al ingevuld.

▼ **tabel 7** De zwaartekracht hangt af van de massa.

| aantal massa-blokjes van 50 gram | totale massa | zwaartekracht |
|---|---|---|
| 2 | 100 g | 1 N |
| 4 | g | N |
| 6 | g | N |
| 8 | g | N |
| 10 | g | N |

**70** De zwaartekracht van elke 100 gram is 1 N. Je weet dat 1000 g = 1 kg.
Reken de massa om in newton. De eerste regel is voorgedaan.

1000 g = 1 kg = 10 N

2000 g = ____ kg = ______ N

5000 g = ____ kg = ______ N

8000 g = ____ kg = ______ N

6000 g = ____ kg = ______ N

**+71** In tabel 8 staan tien dingen. De massa van de dingen staat in kolom 2.
Jij moet in kolom 3 de zwaartekracht invullen. Eén regel is voorgedaan.

▼ **tabel 8** Bereken de zwaartekracht.

| voorwerp | massa | zwaartekracht |
|---|---|---|
| pak suiker | 1 kg | 10 N |
| zak aardappels | 5 kg | N |
| fiets | 18 kg | N |
| poes | 4 kg | N |
| hond | 10 kg | N |
| leraar | 75 kg | N |
| snoep | 0,1 kg | N |
| zak cement | 25 kg | N |
| auto | 1100 kg | N |
| fles limonade | 1,5 kg | N |

## Onthouden!

Op alle voorwerpen werkt de zwaartekracht.
Een ander woord voor zwaartekracht is gewicht.
De zwaartekracht werkt altijd naar beneden.
Zwaartekracht meet je met een kracht-meter.
De eenheid van zwaartekracht is newton (N).
Een massa van 100 gram heeft een zwaartekracht van 1 N.
100 g = 1 N
1 kg = 1000 g = 10 N

# 4 Wrijving

Wrijvings-kracht ontstaat als twee vlakken over elkaar schuiven. Wrijvings-kracht is soms lastig, maar vaak ook handig.

## Wrijvings-kracht

Je wilt je kamer veranderen. Daarvoor moet je een kast verschuiven (afbeelding 21). Om de kast te verschuiven, heb je kracht nodig. Dat komt door de **wrijving** tussen de kast en de vloer. Wrijving ontstaat als voorwerpen over elkaar schuiven.



▲ **afbeelding 21**
Het verschuiven van de kast geeft wrijving.

Door wrijving krijg je een **tegenwerkende kracht**. Jij duwt tegen de kast. Dus je oefent een kracht uit op de kast. Zonder wrijving zou de kast gemakkelijk van zijn plaats komen. Maar de kast blijft staan. Dat komt door de tegenwerkende kracht van de wrijving. Die kracht noem je **wrijvings-kracht**.

De wrijvings-kracht is niet altijd even groot. Bij een grote zware kast heb je veel wrijving. Bij een kleine lichte kast heb je weinig wrijving. Ook de vloer maakt uit. Bij tapijt gaat het schuiven moeilijk. Er is dan veel wrijving, dus een grote wrijvings-kracht. Op een gladde vloer gaat het gemakkelijk.

**Proef 4** Wrijving

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 blokje voor de wrijvings-proef
- ☐ 1 kracht-meter van 1 N
- ☐ 1 kracht-meter van 5 N
- ☐ 1 groot vel tekenpapier (A3)
- ☐ 2 ton-voeten
- ☐ 1 rol plakband

### Uitvoering

- Bekijk het blokje goed.
- Je ziet op de vier lange zijkanten verschillend materiaal.

**1** Welke materialen zie je op de zijkanten?

Een kant is van ______________________________ .

Een kant is van ______________________________ .

Een kant is van ______________________________ .

Een kant is van ______________________________ .

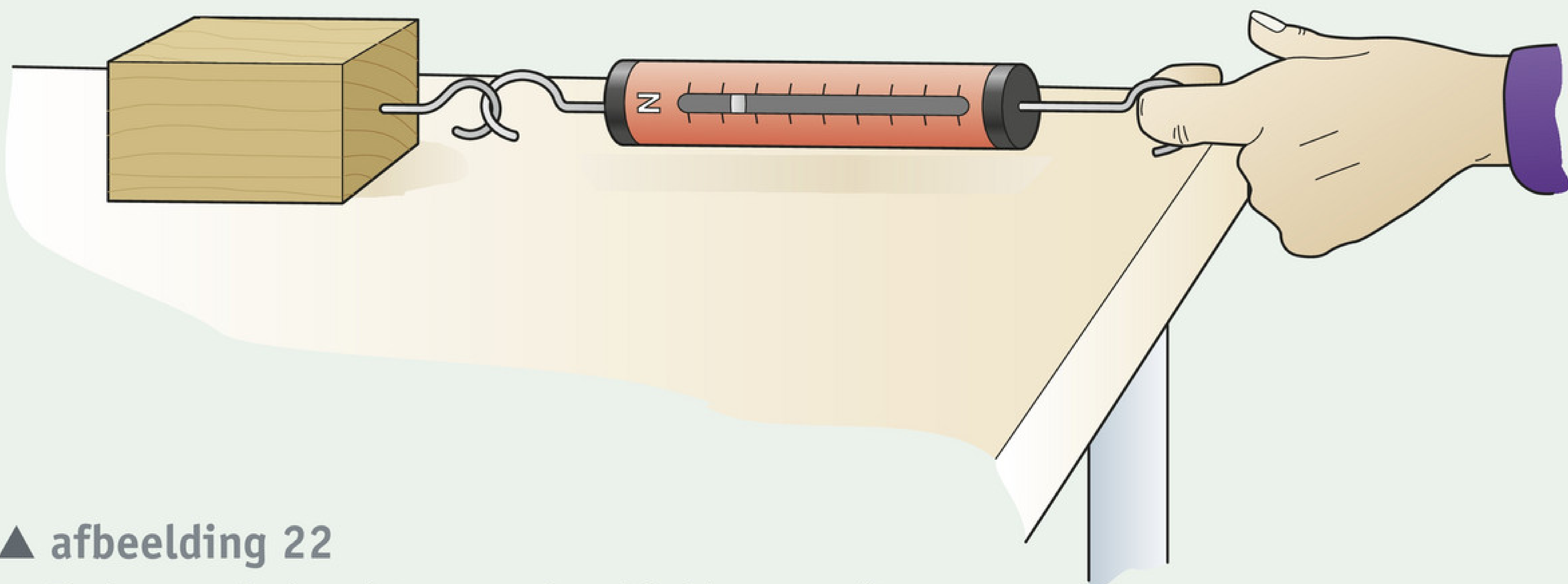
- Plak het vel tekenpapier met plakband op je tafel vast.

- Leg het blokje met de kant van geverfd hout op het tekenpapier.
- Trek het blokje vooruit.

**2** Heb je kracht moeten gebruiken om het blokje vooruit te trekken?
JA / NEE, daar heb ik WEL / GEEN kracht voor moeten gebruiken.

**3** Weet je precies hoe groot de kracht was die je moest gebruiken?
JA / NEE, om het precies te weten moet ik de kracht meten.

- Maak de kracht-meter aan het blokje vast (afbeelding 22).



▲ **afbeelding 22**
Trek met de kracht-meter het blokje vooruit.

- Trek het blokje vooruit.
  Doe dit niet te snel en zorg ervoor dat de snelheid steeds gelijk blijft.
- Kijk wat de kracht-meter aangeeft tijdens het bewegen.

**4** Schrijf de kracht in kolom 2 van tabel 9 (kracht met alleen het blokje).

▼ **tabel 9** de wrijvings-kracht in verschillende situaties

| vlak dat over papier schuift | kracht met alleen het blokje | kracht met 1 ton-voet op het blokje | kracht met 2 ton-voeten op het blokje |
|---|---|---|---|
| geverfd hout | N | N | N |
| rubber | N | N | N |
| vilt | N | N | N |
| schuurpapier | N | N | N |

- Zet een ton-voet op het blokje.
- Trek het blokje vooruit.

Let op!
Als de ton-voet van het blokje valt, trek je het blokje te snel vooruit.

- Kijk wat de kracht-meter aangeeft bij het vooruit trekken.

**Let op!**
Het kan zijn dat je de kracht-meter van 1 N tot aan de aanslag moet uitrekken. Gebruik dan de kracht-meter van 5 N.

**5** Schrijf de kracht in kolom 3 van tabel 9 (kracht met 1 ton-voet op het blokje).

- Zet nu de tweede ton-voet ook op het blokje.
- Trek het blokje vooruit.
- Kijk goed wat de kracht-meter aangeeft.

**6** Schrijf de kracht in de laatste kolom van tabel 9 (kracht met 2 ton-voeten op het blokje).

- Doe de proef opnieuw, nu met rubber als onderkant.

**7** Schrijf de krachten in de juiste kolommen van tabel 9.

- Doe de proef ook met vilt en schuurpapier als onderkant.

**8** Schrijf de krachten in de juiste kolommen van tabel 9.

**9** Waardoor waren de krachten verschillend?
☐ A alleen door de materiaalsoort
☐ B door de kracht-meter
☐ C alleen door het gewicht
☐ D door de materiaalsoort en het gewicht

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**72** Wrijving is WEL / NIET een tegenwerkende kracht.

**73** Wrijvings-krachten zijn WEL / NIET altijd even groot.

**74** Je wilt een kast in je kamer verschuiven. Voor het verschuiven heb je kracht nodig.

Dat komt doordat er tussen de poten van de kast en de vloer ________________ is.

**75** Je schuift een kast over een vloer met vloerbedekking. Je broer heeft dezelfde kast.
Op zijn kamer ligt laminaat op de vloer. Je broer gaat zijn kast ook verschuiven.
Hij heeft daarvoor WEL / NIET een even grote kracht nodig als jij.




▲ **afbeelding 23**
Met gladde zolen heb je minder wrijving dan met sneakers.

## Profiel

In de winter is het soms glad. Op de weg ligt dan een laagje ijs. Door het ijs is er bijna geen wrijving tussen je schoenen en de weg. Als je niet oppast, ga je onderuit. Ook op een gladde vloer kun je uitglijden.

Met gladde, harde zolen glijd je gemakkelijker uit dan met sneakers (afbeelding 23). Sneakers hebben zachte rubberen zolen met groeven. Daardoor is er meer wrijving. Je hebt meer grip. Die groeven in het rubber noem je **profiel**.

Zonder wrijving kun je niet fietsen. Je hebt wrijving nodig tussen de banden en de weg, anders zou je wegglijden. Het rubber van de banden geeft een goede grip op de weg. De banden van je fiets hebben profiel (afbeelding 24). De banden van scooters, motoren en auto's hebben ook profiel.



▲ **afbeelding 24**
band met veel profiel

Profiel zorgt voor meer wrijving. Dat is vooral belangrijk bij nat weer. Het water van de natte straat kan weg door de groeven.
Je hebt daardoor meer grip op de weg.
Bij oude banden is het profiel soms versleten (afbeelding 25).
De banden zijn dan glad. Daardoor heb je weinig wrijving. Bij nat weer glijd je gemakkelijk weg.



▲ **afbeelding 25**
band met weinig profiel

## Remmen door wrijving

In afbeelding 24 en 25 zie je de remblokjes op een fiets. Als je met deze fietsen wilt stoppen, knijp je in de remmen. De remblokjes worden met kracht tegen de velg van het wiel geduwd. Daardoor ontstaat een wrijvings-kracht. Door de wrijvings-kracht wordt je fiets afgeremd.

## Beroep

### Scooter-technicus

Dit is Gideon. Hij werkt in een fabriek voor elektrische scooters, e-bikes en tweewielers. In de werkplaats zetten ze elektrische scooters in elkaar. Gideon weet alles van scooters. Na zijn vmbo deed hij een opleiding tot scooter-technicus. Over zijn baan zegt hij: "Ik ben trots op wat ik doe. Het is mooi werk, zo'n scooter helemaal zelf in elkaar zetten."



▲ **afbeelding 26**
Gideon is scooter-technicus.

## Opgaven

**76** Zonder wrijving kun je WEL / NIET lopen.

**77** Op sneakers glijd je minder snel uit dan op schoenen met leren zolen.

Dat komt doordat sneakers zolen hebben van zacht ________________ met ________________ .

**78** In je fietsband zitten groeven.
Hoe noem je die groeven?
- ☐ A ribbels
- ☐ B versiering
- ☐ C profiel
- ☐ D beschadiging

**79** Waardoor komt het dat de banden van je fiets een goede grip op de weg hebben, ook als het regent?
- ☐ A doordat het wiel zuiver rond is
- ☐ B doordat de banden hard zijn opgepompt
- ☐ C alleen door het zachte rubber
- ☐ D door het zachte rubber en het profiel

**80** Hoe moet de wrijving tussen je banden en het wegdek zijn om goed te kunnen rijden?
De wrijving tussen je banden en de weg moet GROOT / KLEIN zijn.

**81** Als je afremt met je fiets, gaat dat door middel van wrijving.
Waar is er wrijving als je afremt met je fiets?
- ☐ A alleen tussen de banden en de weg
- ☐ B alleen tussen de remblokjes en de velg van het wiel
- ☐ C tussen de banden en de weg en ook tussen de remblokjes en het wiel
- ☐ D tussen de remblokjes en de weg

**82** Bij een natte weg is de wrijving tussen de banden en de weg KLEINER / GROTER dan bij een droge weg.

**83** Je sleept een doos met een vlakke onderkant over een parketvloer.
De wrijving is WEL / NIET groot.

**84** Suzanne sleept dezelfde doos als uit vraag 83 over de vloer van haar kamer.
Op haar vloer ligt dikke vloerbedekking.
De wrijving tussen de vloerbedekking en de doos is WEL / NIET groot.

**85** Hicham wil thuis een tafel verschuiven. De kamer heeft een gladde tegelvloer.
De wrijving tussen de tafel en de tegelvloer is WEL / NIET groot.
Om de tafel te verschuiven, heeft Hicham WEL / NIET veel kracht nodig.

**86** Waarom kun je op een gladde ijsbaan niet gemakkelijk lopen?
- ☐ A Door de kleine wrijving glijd je weg.
- ☐ B Door de grote wrijving plak je aan de ijsvloer vast.
- ☐ C Je kunt er wel gemakkelijk op lopen.
- ☐ D Op een ijsbaan kun je helemaal niet lopen.

**87** Op vloerbedekking kun je WEL / NIET gemakkelijk lopen.
Je glijdt daar WEL / NIET snel uit.

**88** Waarom heeft een autoband profiel nodig?
- ☐ A dan ziet de band er sportief uit
- ☐ B om te kunnen zien van welk merk hij is
- ☐ C om goede wrijving bij nat weer te krijgen
- ☐ D om goede wrijving bij droog weer te krijgen

**+89** Bij een auto-race gaat het plotseling regenen. Max gaat naar de pit (werkplaats) om banden te wisselen.
Welke banden krijgt hij nu?
- ☐ A banden zonder profiel
- ☐ B banden met weinig profiel
- ☐ C banden met veel profiel
- ☐ D banden van een ander merk

**+90** Vorige week regende het. Deze week is het droog weer geweest. Fatima heeft een mountain-bike met knijp-remmen.
Merkt ze verschil tussen het remmen bij droog weer en bij nat weer?
- ☐ A Ze merkt geen verschil.
- ☐ B Bij droog weer werken de remmen slechter.
- ☐ C Bij droog weer werken de remmen beter.
- ☐ D Bij nat weer werken de remmen beter.

## Onthouden!

Wrijving ontstaat als voorwerpen over elkaar schuiven.
Wrijving is een tegenwerkende kracht.
Wrijvings-kracht hangt af van:

- het materiaal van de vlakken die over elkaar schuiven;
- de kracht van het ene vlak op het andere vlak.

Om te fietsen heb je wrijving nodig tussen de banden en de weg.
Banden met profiel geven een grote wrijvings-kracht.
Als de weg nat is, is de wrijvings-kracht kleiner.

# 5 Hefbomen

Met een hefboom kun je een kracht groter maken. Een voorbeeld van een hefboom is een breekijzer.

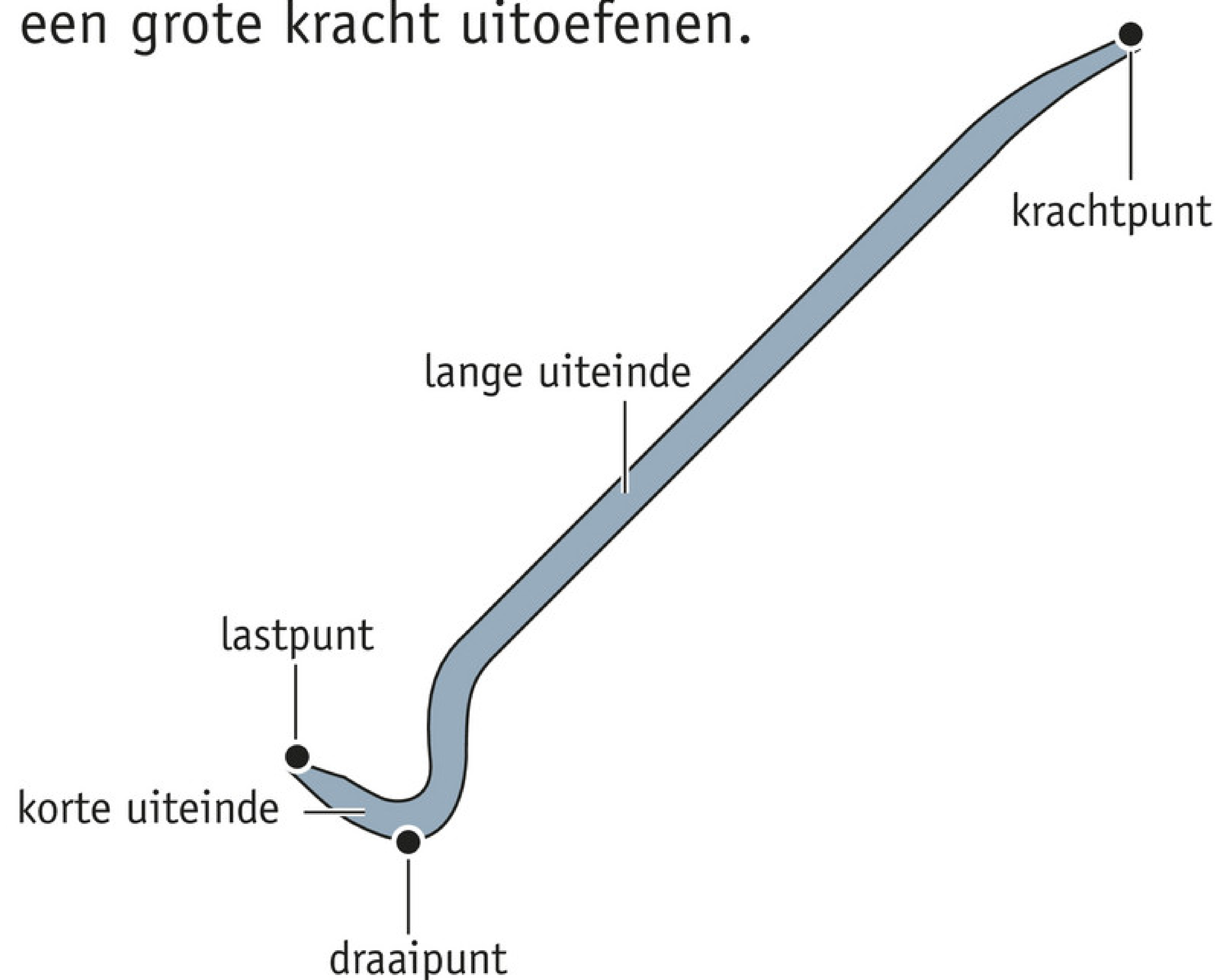
## Kracht vergroten

Als er een zwaar ongeluk is gebeurd, moet de brandweer soms helpen. Door het ongeluk is de auto vervormd. De deuren kunnen klem zitten en gaan niet meer open. Om het slachtoffer uit het wrak te bevrijden, gebruikt de brandweerman een **breekijzer** (afbeelding 27).
Met een breekijzer kun je meer kracht zetten dan met je blote handen. Die kracht is wel 20 keer groter.



▲ **afbeelding 27**
Een brandweerman maakt de deur open met een breekijzer.

Een breekijzer is een sterk stuk metaal met een speciale vorm (afbeelding 28). De brandweerman zet het korte uiteinde tussen de deur. Hij duwt op het lange uiteinde van het breekijzer. Zo kan hij een grote kracht uitoefenen.




▶ **afbeelding 28**
een breekijzer

## Hefboom

Een breekijzer is een voorbeeld van een **hefboom**. Een hefboom heeft drie punten (afbeelding 29):

- een krachtpunt
- een draaipunt
- een lastpunt




▲ **afbeelding 29**
Een hefboom heeft drie punten: krachtpunt, lastpunt en draaipunt.

Het **krachtpunt** is waar je de kracht uitoefent.
Bij het **draaipunt** kan de hefboom draaien.
Met het **lastpunt** oefent de hefboom een kracht uit op een voorwerp.

### Proef 5 Het breekijzer

**Wat je nodig hebt**

- ☐ 1 statief
- ☐ 1 stalen strip met een groot gat en vier kleine gaatjes
- ☐ 1 buis van 5 cm (bijvoorbeeld elektro-buis van 15 mm)
- ☐ 1 lijmklem
- ☐ 1 kracht-meter van 1 N
- ☐ 1 kracht-meter van 10 N
- ☐ 1 maatlat van 30 cm

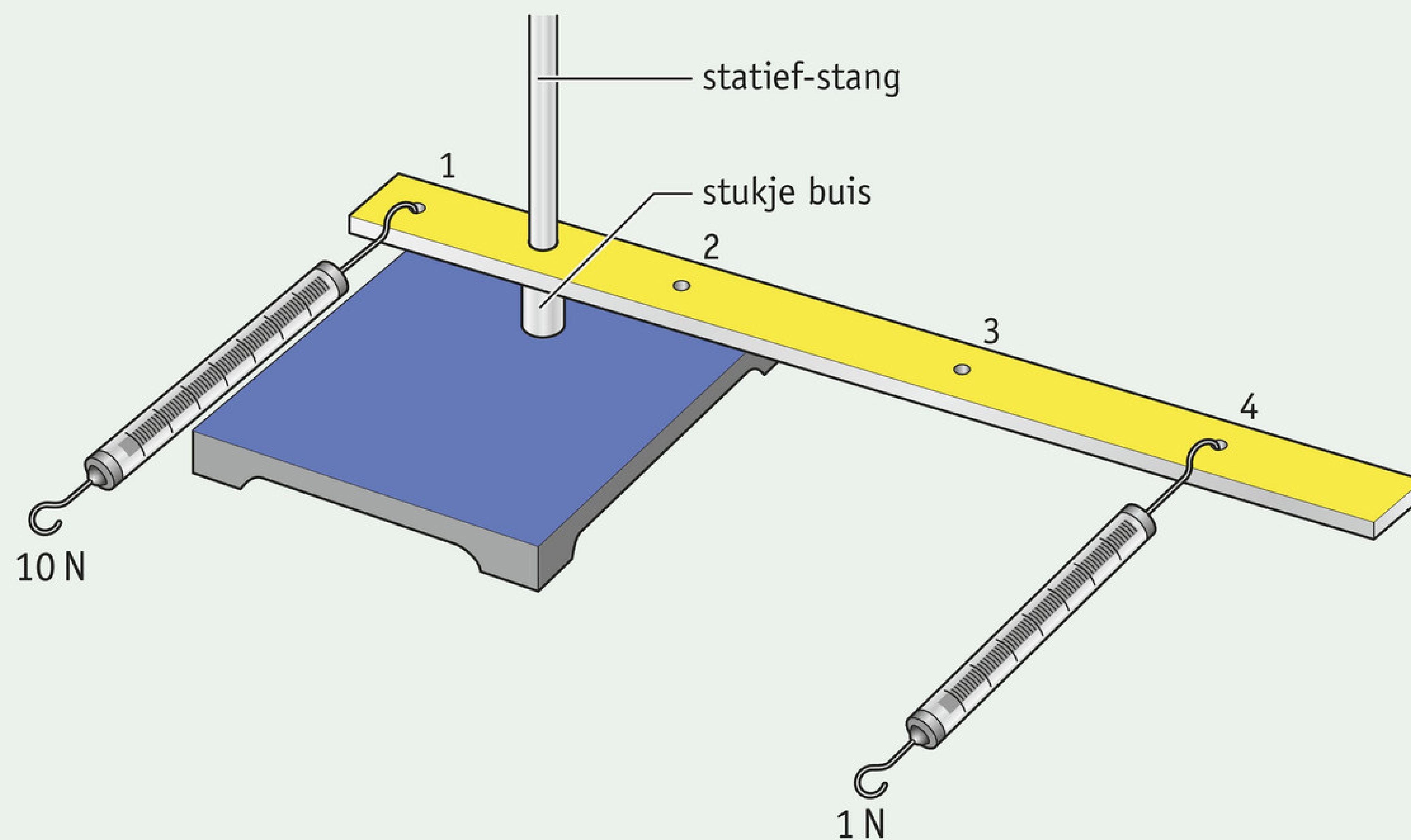
**Uitvoering**

- Je doet de proef samen met een klasgenoot.
- Schrijf de naam van je klasgenoot op.

Ik werk samen met: ______________________________

Je bent assistent of uitvoerder. Spreek af wie de assistent is.

- Zet het statief met een lijmklem vast op het tafelblad.
- Draai de statief-stang aan het statief vast.
- Schuif het stukje buis over de stang van het statief (afbeelding 30).
- Schuif de strip met het grote gat over de stang van het statief.




▲ **afbeelding 30**
de opstelling voor proef 5

Het grote gat in de strip is het draaipunt van de hefboom.
Aan de ene kant heeft de strip een gat op 2 cm afstand van het draaipunt.
Aan de andere kant heeft de strip drie gaten: op 10, 20 en 30 cm afstand van het draaipunt.

- Doe de kracht-meter van 1 newton in gaatje 2 van de hefboom.
- Doe de kracht-meter van 10 newton in gaatje 1 van de hefboom.
- De uitvoerder trekt voorzichtig aan de kracht-meter van 1 N tot deze 1 N aanwijst.
- De assistent trekt tegelijkertijd aan de kracht-meter van 10 N zodat de hefboom in evenwicht blijft.
- Kijk hoeveel N de kracht-meters aangeven.

**Let op!**
De hefboom is in evenwicht als de strip niet gaat draaien.

**1** De kracht-meter van de uitvoerder geeft ________ aan.

**2** De kracht-meter van de assistent geeft ________ aan.

**3** Moeten jullie aan beide kanten even hard aan de kracht-meter trekken?
☐ A ja
☐ B nee

**4** Welke kracht is het grootst?
☐ A de kracht die het dichtst bij het draaipunt werkt
☐ B de kracht die het verst van het draaipunt werkt

**5** Welk punt is het draaipunt?
- ☐ A het gaatje waar de kracht-meter van 1 newton vastzit
- ☐ B het gaatje waar de kracht-meter van 10 newton vastzit
- ☐ C het grote gat in de strip

- Nu ga je samen verder met de proef.
  De uitvoerder heeft de kracht-meter van 1 newton.
  De assistent heeft de kracht-meter van 10 newton.
- Laat de kracht-meters in de gaatjes waar ze zitten.
- De uitvoerder trekt met een kracht van 0,5 newton aan de kracht-meter.
- De assistent moet zo hard aan zijn kracht-meter trekken, dat de hefboom in evenwicht is.

**6** Hoe groot is de kracht aan de kracht-meter van 10 newton?

_______ N

- Doe de kracht-meter van 1 newton in gaatje 3.
- De uitvoerder trekt met een kracht van 1 newton aan de kracht-meter.
- De assistent moet zo hard aan zijn kracht-meter trekken, dat de hefboom in evenwicht is.

**7** Hoe groot is de kracht aan de kracht-meter van 10 newton?

_______ N

- Doe de kracht-meter van 1 newton in gaatje 4.
- Trek met een kracht van 0,5 newton aan deze kracht-meter.
- De assistent moet zo hard aan zijn kracht-meter trekken, dat de hefboom in evenwicht is.

**8** Hoe groot is de kracht aan de kracht-meter van 10 newton?

_______ N

**9** Dicht bij het draaipunt zijn de krachten GROOT / KLEIN.

**10** Ver van het draaipunt zijn de krachten GROOT / KLEIN.

De conclusie van deze proef is: **de grootste kracht bij een hefboom werkt op het korte uiteinde.**

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**91** Van welk materiaal is een breekijzer gemaakt?
- ☐ A Een breekijzer is gemaakt van staal dat zwak is.
- ☐ B Een breekijzer is gemaakt van staal dat sterk is.
- ☐ C Een breekijzer is gemaakt van staal dat snel breekt.
- ☐ D Een breekijzer is gemaakt van staal dat gemakkelijk buigt.

**92** Een brandweerman maakt met een breekijzer een autodeur open.
Met het breekijzer maakt hij de kracht GROTER / KLEINER.

**93** Bij een breekijzer is het korte uiteinde WEL / NIET het lastpunt.

**94** Welk uiteinde van het breekijzer moet de brandweerman tussen de deur duwen?
- ☐ A Hij moet het korte uiteinde gebruiken.
- ☐ B Hij moet het lange uiteinde gebruiken.
- ☐ C Het maakt geen verschil.

**95** Een hefboom gebruik je WEL / NIET om de kracht groter te maken.

**96** Vul de ontbrekende woorden in.
Kies uit: *belangrijke* – *draaipunt* – *krachtpunt* – *lastpunt*.

Een hefboom heeft drie ________________ punten. Het ________________ is waar je de kracht uitoefent. Bij het ________________ kan de hefboom draaien. Met het ________________ oefent de hefboom een kracht uit op een voorwerp.

## Verschillende hefbomen

Met een hefboom kun je een kracht groter maken.
Voorbeelden van een hefboom zijn:

- een steeksleutel (afbeelding 31)
- een flesopener (afbeelding 32)
- een tang (afbeelding 33)
- een steekwagen (afbeelding 34)



▲ **afbeelding 31**
een steeksleutel

## Steeksleutel

Kijk naar afbeelding 31. Met je vingers krijg je deze moer nooit los. Met een **steeksleutel** kun je de moer wel losdraaien. De rode stip in de foto is het draaipunt van de hefboom. Het andere uiteinde van de steeksleutel is het krachtpunt. Het lastpunt zit op de punten aan de buitenkant van de zeskant-moer.

krachtpunt
hefboom
lastpunt
draaipunt

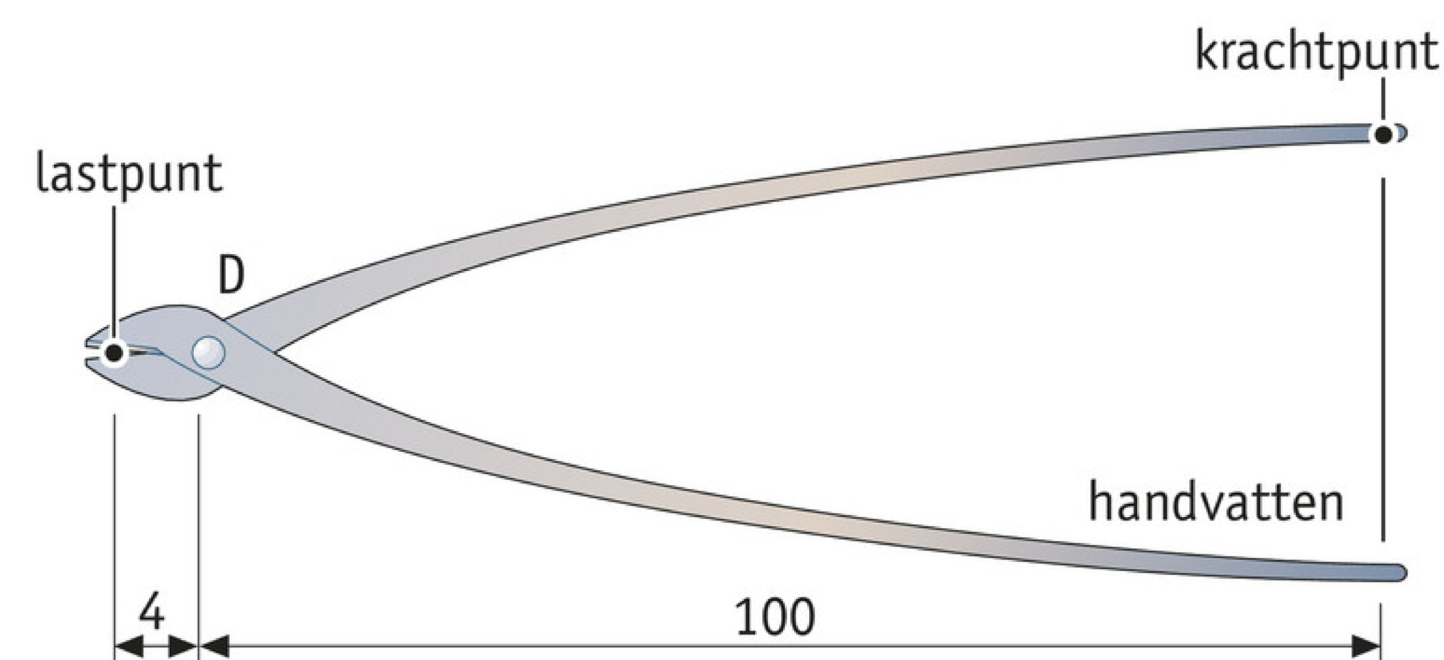
▲ **afbeelding 32**
een flesopener

## Flesopener

Een **flesopener** is ook een hefboom (afbeelding 32). Je hebt een krachtpunt, een lastpunt en een draaipunt. Met een flesopener kun je de kracht vergroten. Met je blote handen krijg je de fles nooit open. Met de opener lukt het wel.

## Tang

Ook met een **tang** kun je de kracht vergroten (afbeelding 33). Een tang bestaat uit twee hefbomen, die samen draaien om één punt (D). Met een tang kun je bijvoorbeeld draden en kabels van metaal doorknippen.




▲ **afbeelding 33**
Een tang bestaat uit twee hefbomen.

## Steekwagen

Bij een **steekwagen** zet je zware dozen op het korte uiteinde (afbeelding 34). De wielen zijn het draaipunt. Aan het lange uiteinde zitten de handvatten. Je hebt weinig kracht nodig om de dozen op te tillen. Daarna kun je ze vervoeren.



▲ **afbeelding 34**
Met een steekwagen kun je zware dozen vervoeren.

## Opgaven

**97** Je tilt een zware steen op. Hiervoor gebruik je een paal als hefboom.
Hoe noem je de plaats waar je op de hefboom duwt?

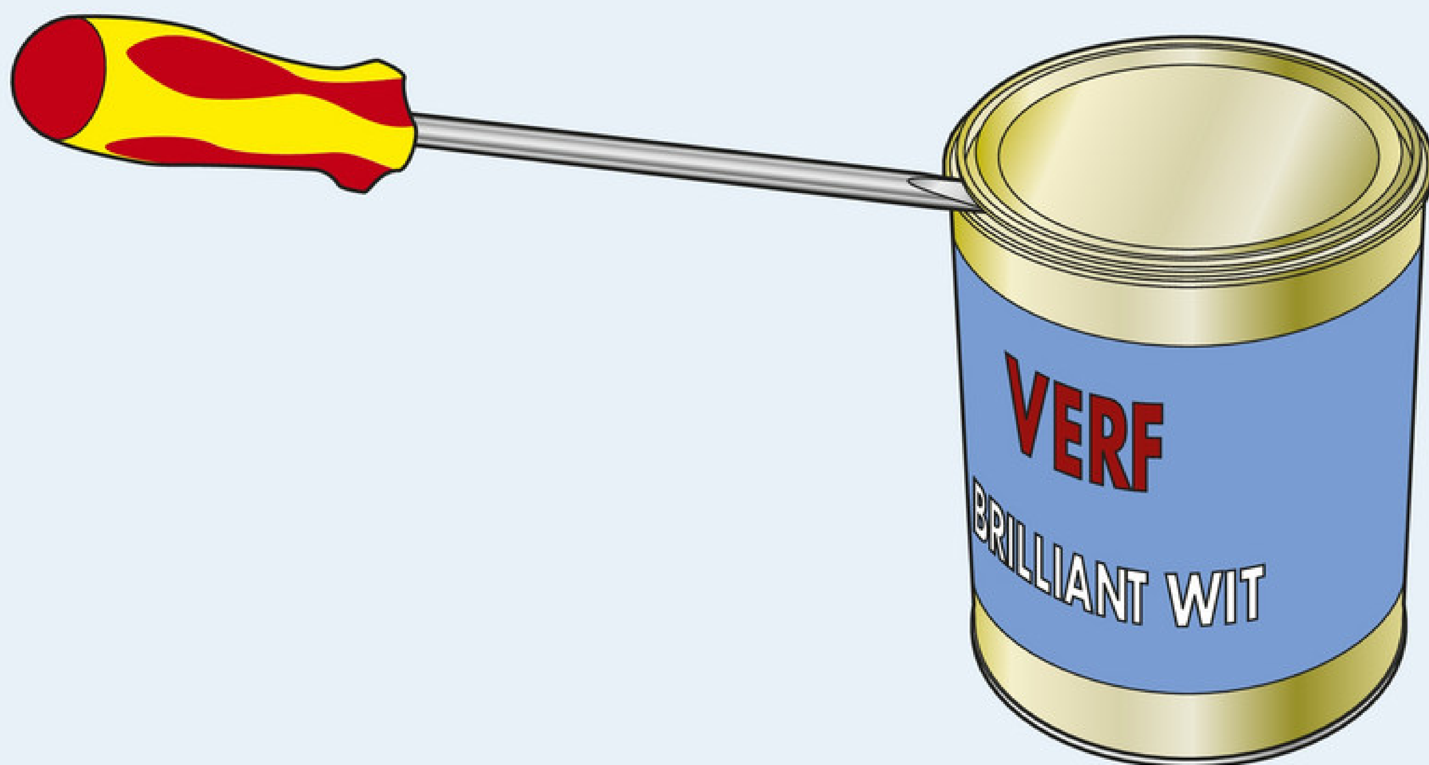
- ☐ A het lastpunt
- ☐ B het draaipunt
- ☐ C het krachtpunt
- ☐ D het buigpunt

**98** Waar zit het lastpunt van een breekijzer altijd?

- ☐ A aan het eind van het korte stuk
- ☐ B aan het eind van het lange stuk
- ☐ C op het punt waar de hefboom draait
- ☐ D precies midden tussen het korte en het lange stuk

**99** Freek maakt een verfpot met een schroevendraaier open (afbeelding 35).

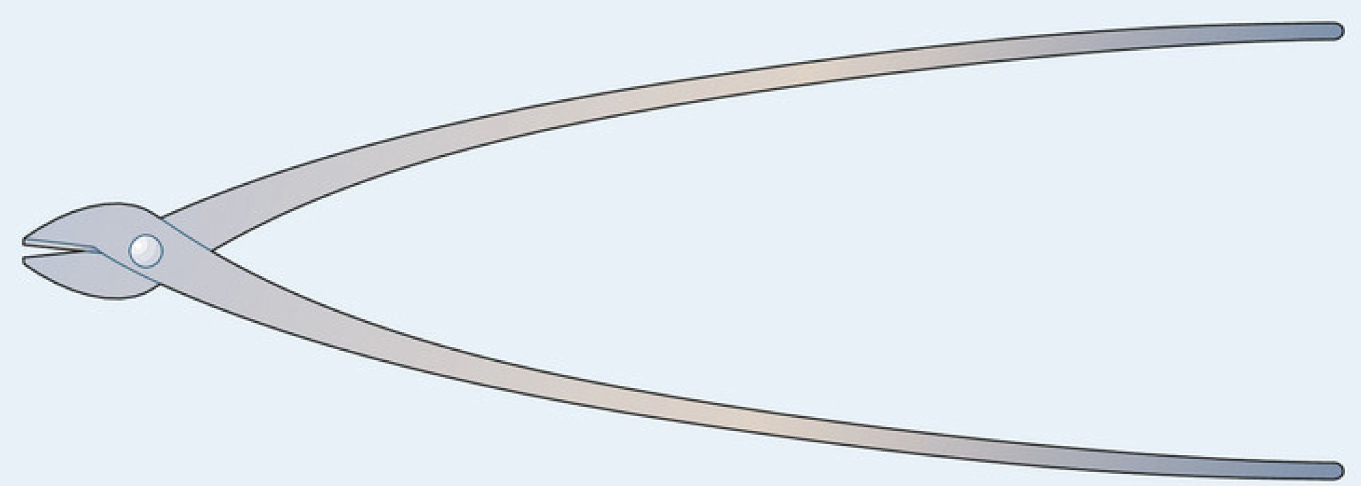
- Zet in de tekening een dikke stip en de letter K bij het krachtpunt.
- Zet in de tekening een dikke stip en de letter L bij het lastpunt.
- Zet in de tekening een dikke stip en de letter D bij het draaipunt.




▲ **afbeelding 35**
Freek maakt een verfpot open.

**100** In afbeelding 36 is een tang getekend.
Een tang heeft twee hefbomen.
Schrijf in de tekening een dikke stip en de letter D waar het draaipunt is.

**101** Schrijf in de tekening bij de krachtpunten een dikke stip en de letter K en bij de lastpunten een dikke stip en de letter L.



▲ **afbeelding 36**
een tang

**+102** In de leerstof staat een aantal hefbomen.
Schrijf nog drie andere hefbomen op die niet in de leerstof staan.

______________________________________________

______________________________________________

## Kracht-vergroting

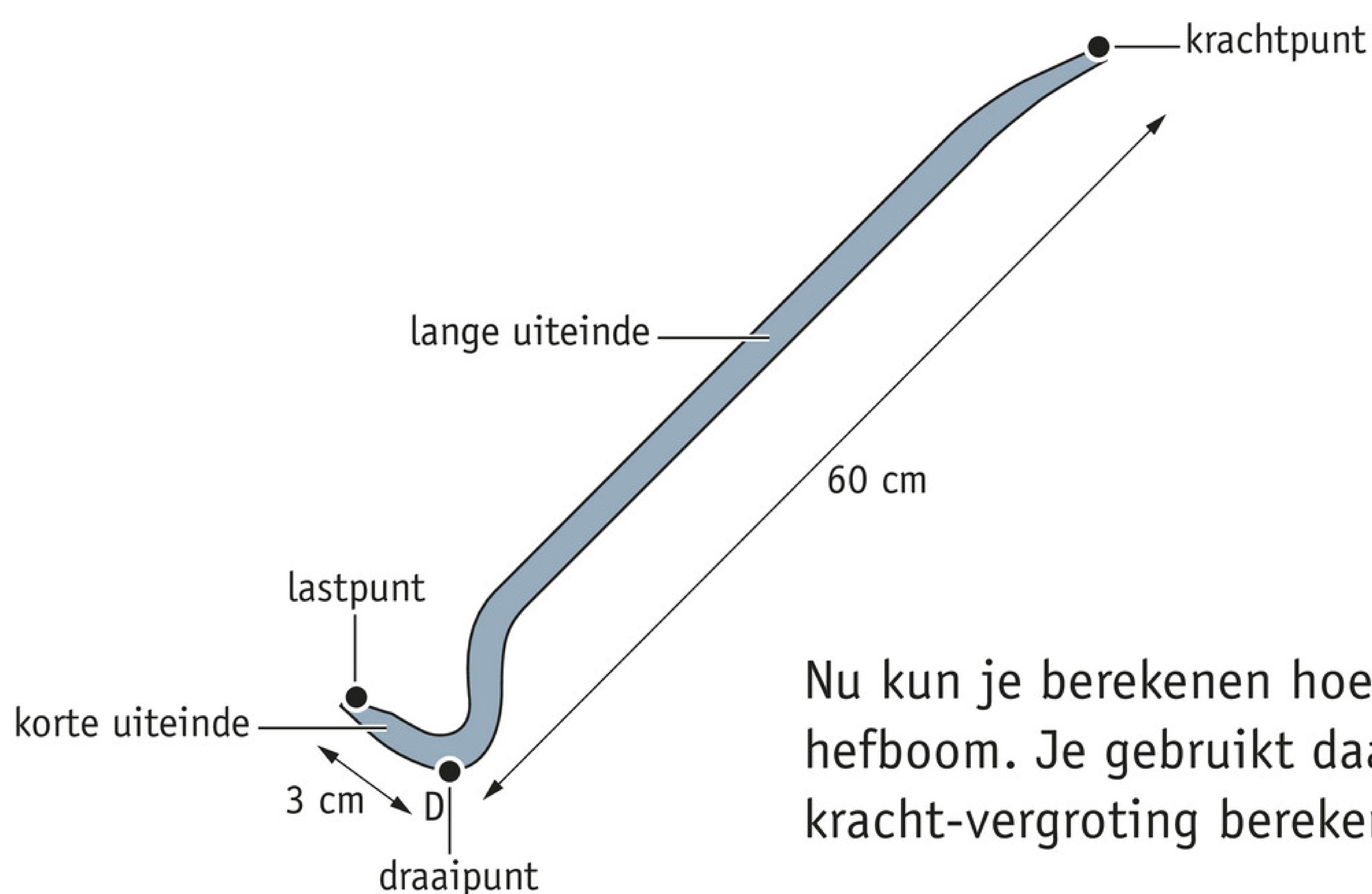
Een brandweerman moet een autodeur openmaken. Hij gebruikt een breekijzer. Door deze hefboom kan hij meer kracht uitoefenen op de deur. In afbeelding 37 zie je nog een keer het breekijzer. De brandweerman zet het lastpunt tussen de deur. Het draaipunt (D) zet hij tegen de auto. De brandweerman duwt op het krachtpunt.

Het krachtpunt zit ver van het draaipunt. Het lastpunt zit dicht bij het draaipunt. Je kunt ook zeggen: het uiteinde van het krachtpunt is lang. Het uiteinde van het lastpunt is kort. Dit kun je zo onthouden:

Krachtpunt = Lang uiteinde
Lastpunt = Kort uiteinde

Kijk nog eens naar de afbeeldingen van de hefbomen hiervoor. Je ziet bij alle hefbomen een lange kant en een korte kant. De lange kant houd je vast. Met de korte kant zet je kracht op een voorwerp.

Het krachtpunt is 60 cm van het draaipunt (afbeelding 37).
Het lastpunt is 3 cm van het draaipunt.




▲ **afbeelding 37**
breekijzer met maten

Nu kun je berekenen hoeveel keer groter de kracht wordt door de hefboom. Je gebruikt daarvoor de maten van het breekijzer. De kracht-vergroting bereken je met de formule:

kracht-vergroting = lange uiteinde : korte uiteinde

Vul de getallen van het breekijzer in:

kracht-vergroting = 60 cm : 3 cm = 20 keer

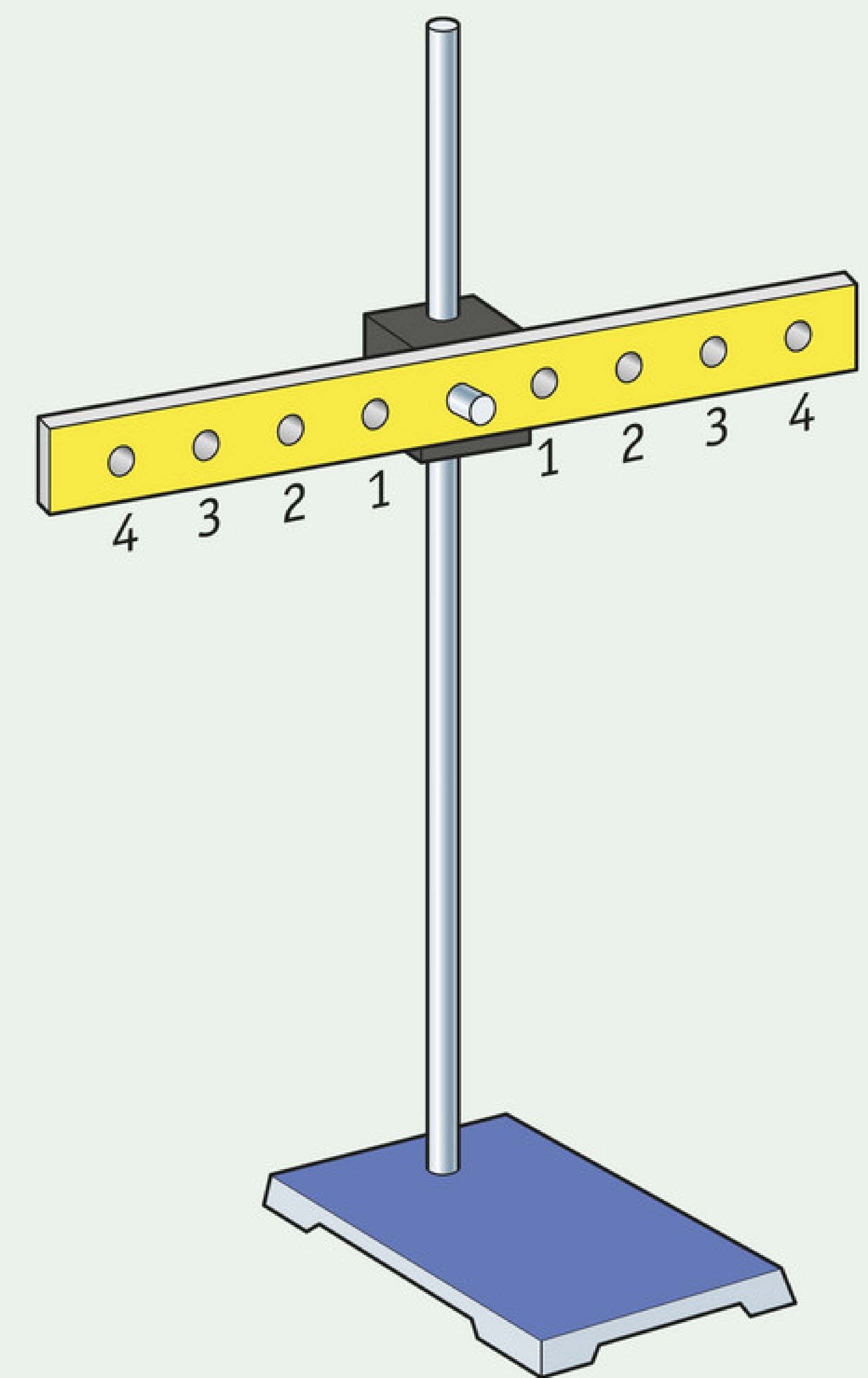
Het breekijzer vergroot de kracht van de brandweerman dus 20 keer.

De brandweerman duwt met een kracht van 500 N op het krachtpunt. Het breekijzer vergroot zijn kracht 20 keer. De kracht van het lastpunt op de auto is:
$20 \times 500$ N = 10 000 N
De brandweerman gebruikt een kracht van 10 000 N om de deur open te breken.

## Proef 6 Evenwicht maken

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 statief-voet
- ☐ 1 statief-stang
- ☐ 1 staafje voor een hefboom
- ☐ 1 hefboom
- ☐ 7 massa-blokjes van 20 gram




▲ **afbeelding 38**
de opstelling voor proef 6

### Uitvoering

- Maak de opstelling van afbeelding 38.

**1** Waar zit het draaipunt?
Het draaipunt zit WEL / NIET in het midden van de hefboom.

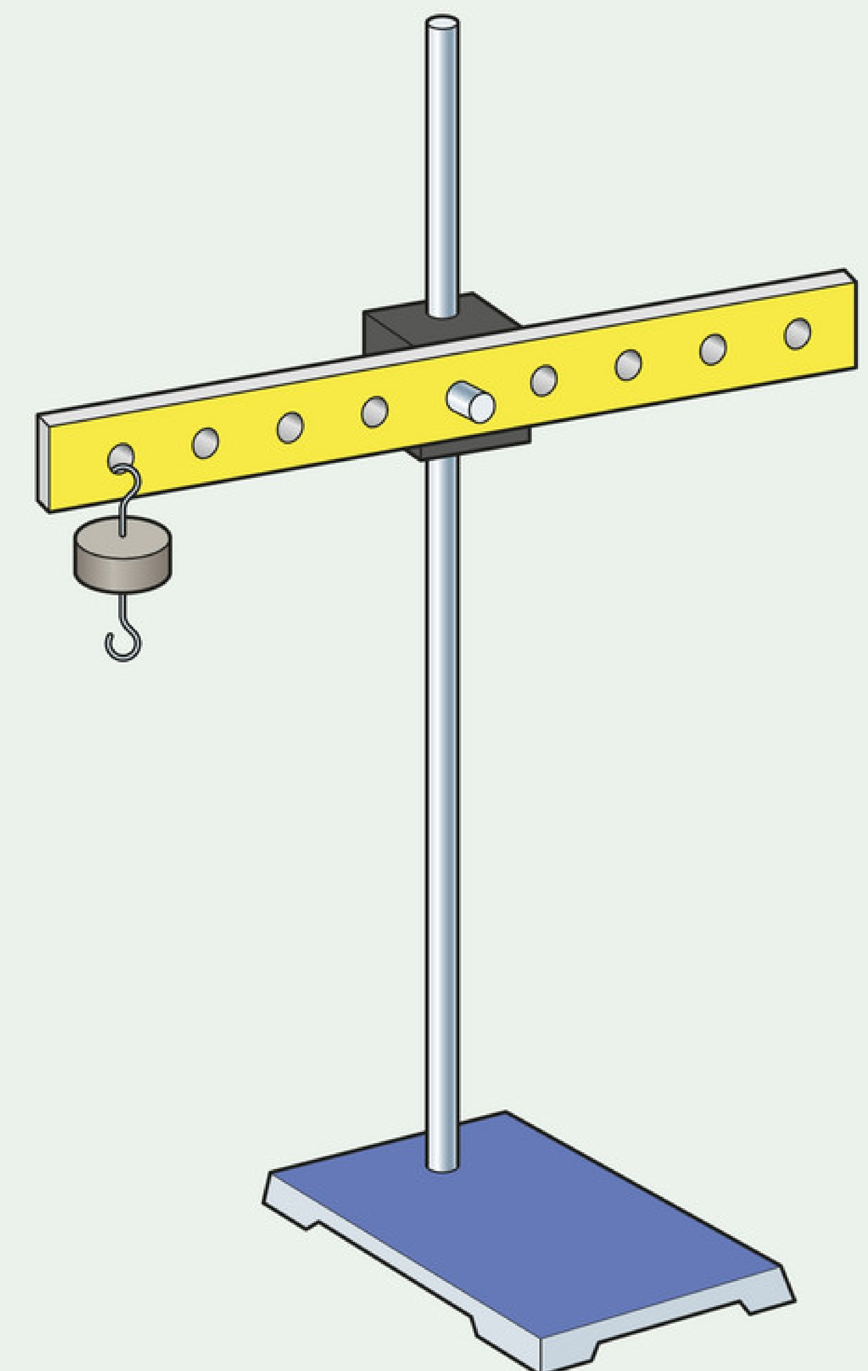
**2** Hoeveel gaatjes heeft de hefboom links en rechts van het draaipunt?

De hefboom heeft ____ gaatjes links en ____ gaatjes rechts van het draaipunt.

Als de hefboom blijft staan zoals in afbeelding 38, dan is hij in evenwicht.
Als de hefboom niet in evenwicht is, gaat hij draaien en schuin staan.
Vraag dan je leraar om te helpen de hefboom in evenwicht te brengen.

**3** Blijft de hefboom in de getekende stand staan?
De hefboom blijft WEL / NIET in de getekende stand staan.

- Hang één massa-blokje aan de linkerkant van de hefboom in het vierde gaatje (afbeelding 39).



▲ **afbeelding 39**
een massa-blokje in het vierde gaatje links

**4** Is de hefboom in evenwicht?
De hefboom is WEL / NIET in evenwicht.

**5** Naar welke kant draait de hefboom?
De hefboom draait naar LINKS / RECHTS.

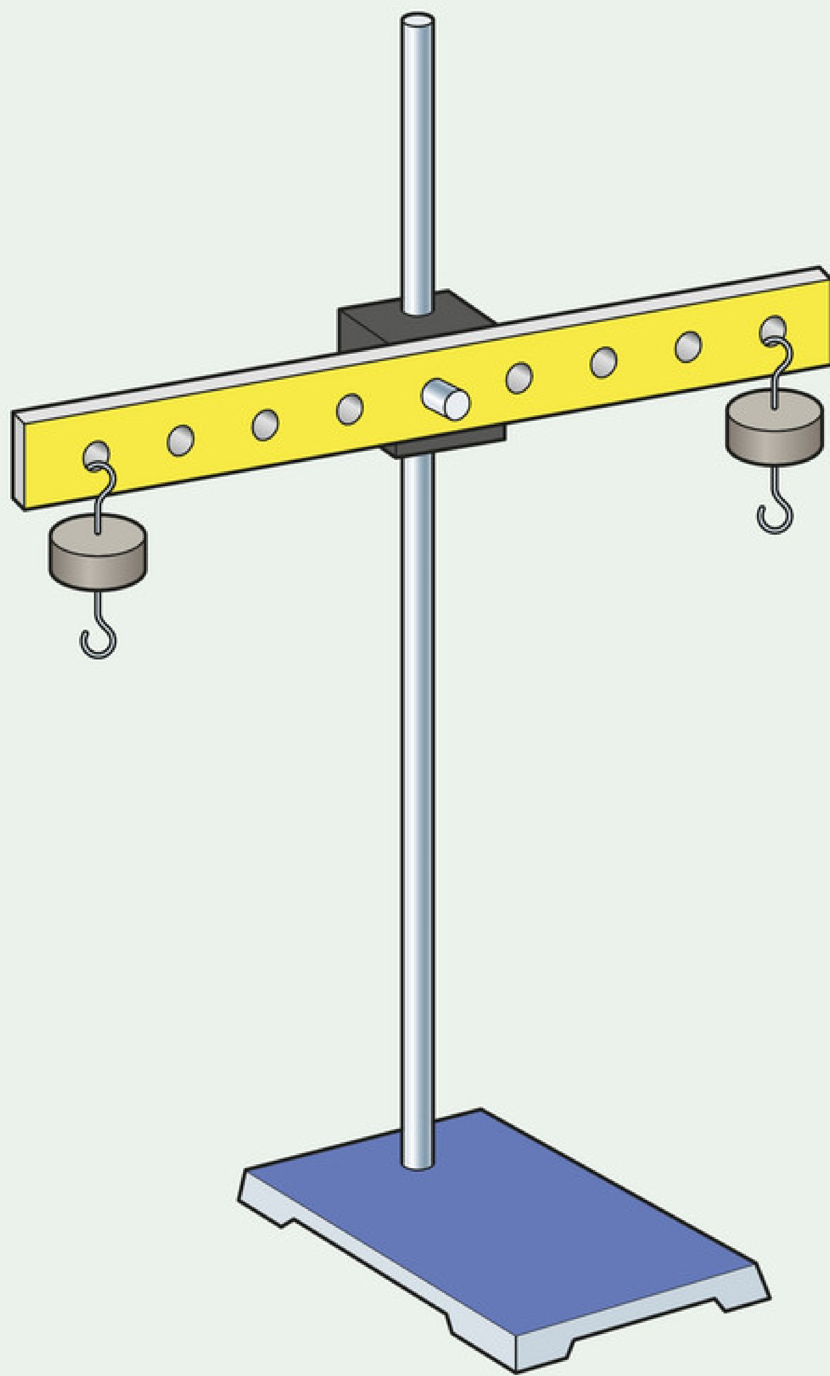
- Haal het massa-blokje van de linkerkant van de hefboom af.
- Hang het massa-blokje nu helemaal aan de rechterkant van de hefboom.
- Kijk wat er gebeurt.

**6** Naar welke kant draait de hefboom?
De hefboom draait naar LINKS / RECHTS.

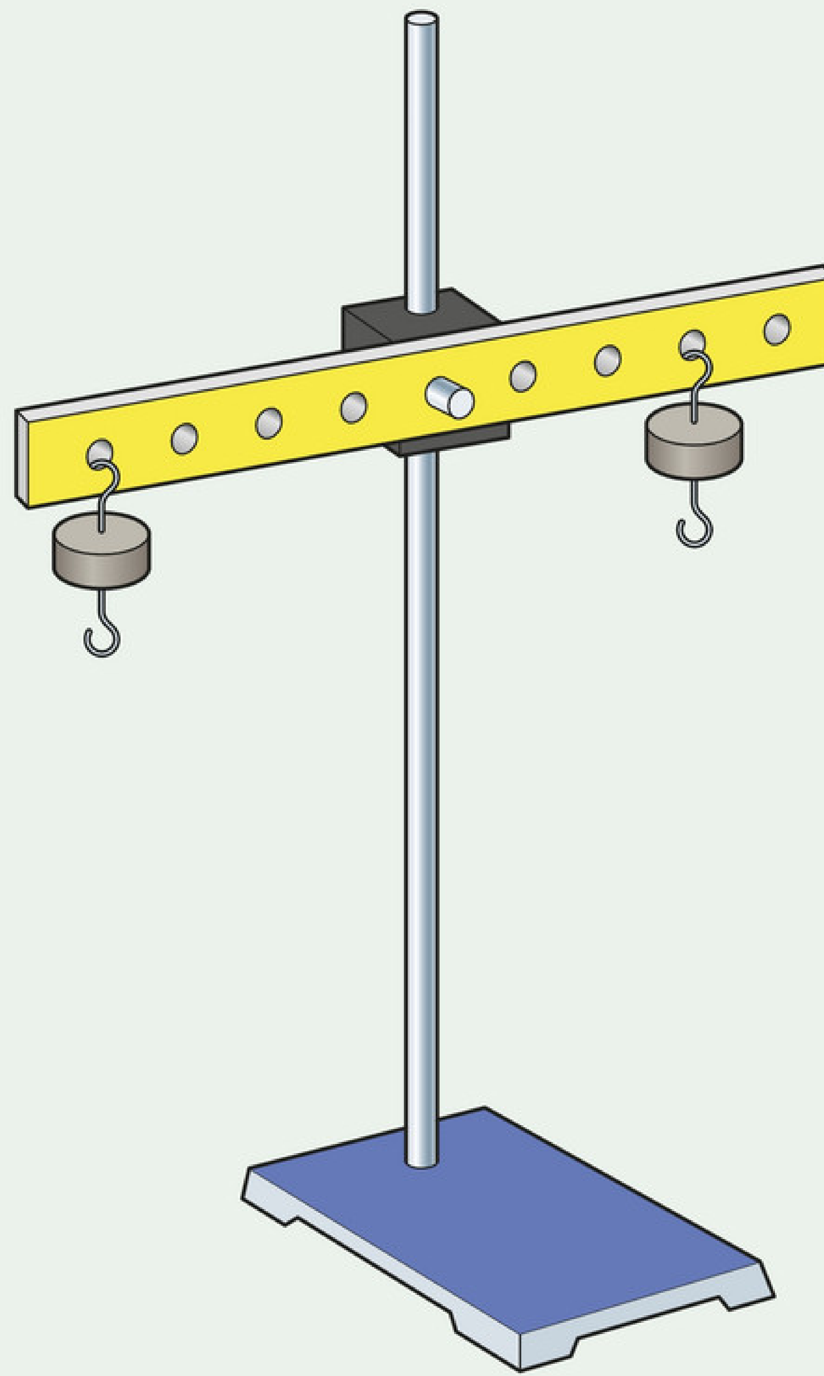
- Hang aan beide kanten een massa-blokje in het buitenste gaatje van de hefboom (afbeelding 40).

**7** De hefboom is WEL / NIET in evenwicht.

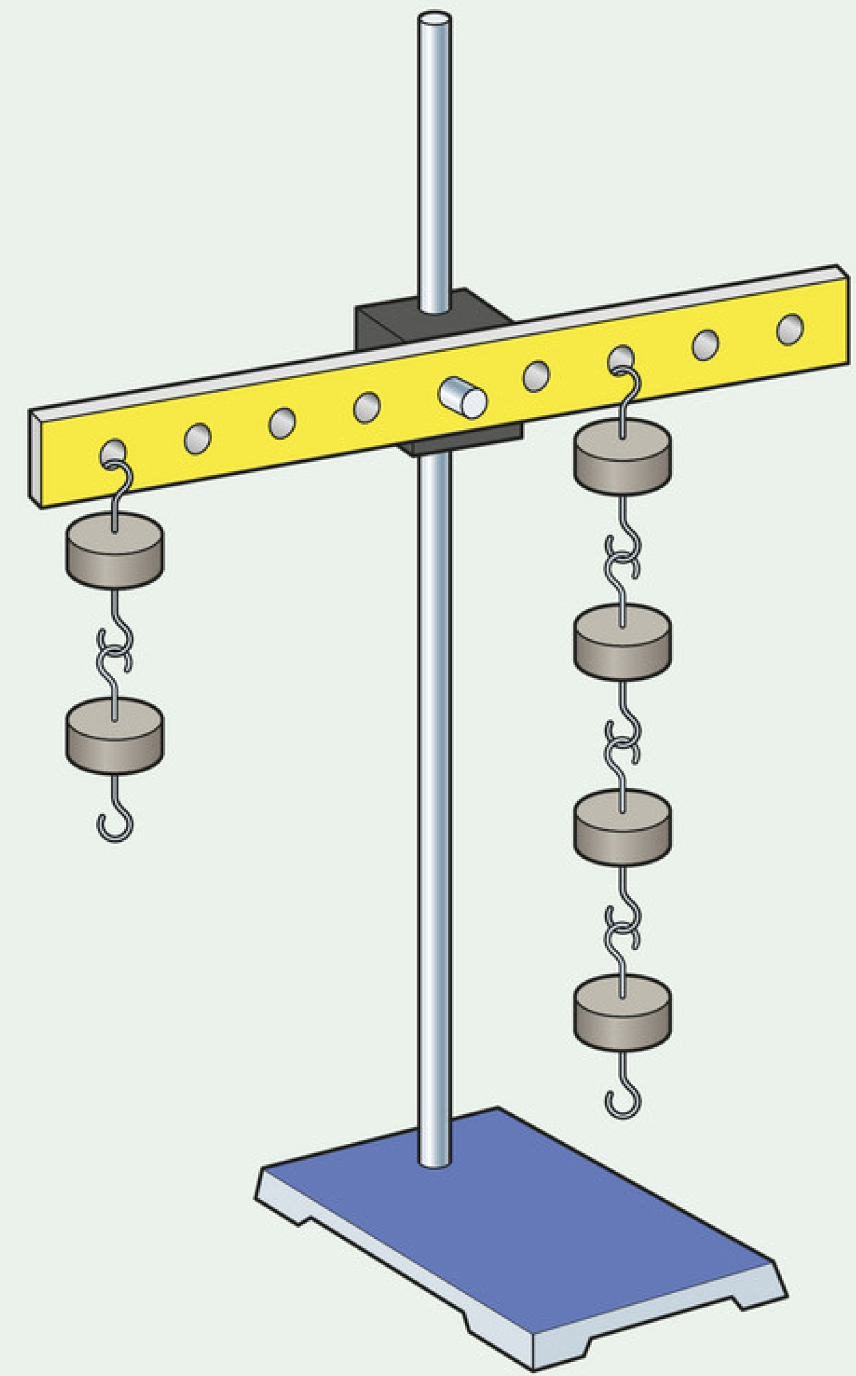
- Hang het massa-blokje aan de rechterkant in het derde gaatje (afbeelding 41).
- Laat het massa-blokje aan de linkerkant in het vierde gaatje hangen.



▲ **afbeelding 40**
Aan beide kanten hangt één massa-blokje.



▲ **afbeelding 41**
de nieuwe opstelling



▲ **afbeelding 42**
links en rechts een verschillende massa

**8** De massa is links en rechts van het draaipunt WEL / NIET gelijk.

**9** De afstand is links en rechts van het draaipunt WEL / NIET gelijk.

**10** De hefboom is WEL / NIET in evenwicht.

- Maak de opstelling zoals in afbeelding 42.

**11** De hefboom is WEL / NIET in evenwicht.

**12** Aan welke kant hangen de meeste massa-blokjes?
☐ A aan de langste kant van de hefboom
☐ B aan de kortste kant van de hefboom

**13** Je hebt een hefboom. Beide kanten zijn even lang. Aan de linkerkant van het draaipunt hangt een gewicht. Je moet de hefboom in evenwicht brengen. Je hangt daarvoor een gewicht aan de rechterkant van de hefboom.
Hoe groot moet het gewicht links en rechts aan de hefboom zijn om evenwicht te krijgen?
Het gewicht moet links en rechts WEL / NIET even groot zijn.

**14** Je hebt een hefboom. Van deze hefboom zijn de armen **niet** even lang. Aan de korte kant hangen vier massa-blokjes.
Hoe kun je deze hefboom in evenwicht brengen?
Door aan de lange kant MEER / MINDER dan vier massa-blokjes te hangen.

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**103** Bij een breekijzer heeft het krachtpunt WEL / NIET de grootste afstand tot het draaipunt.

**104** Het lastpunt heeft WEL / NIET de kleinste afstand tot het draaipunt.

**105** Je kunt met een formule berekenen hoeveel de kracht-vergroting bij een hefboom is. Schrijf de formule op.

kracht-vergroting = ______________________________

**106** Een brandweerman duwt met een kracht van 600 newton tegen het krachtpunt.

600 newton schrijf je kort als: __________ .

**+107** Een brandweerman maakt een deur open met een breekijzer. Van het breekijzer weet je de maten. Het lange uiteinde is 60 cm. Het korte uiteinde is 4 cm.
Bereken de kracht-vergroting van het breekijzer. Schrijf bij een berekening altijd eerst de formule op. Vul daarna de getallen in en reken uit.

kracht-vergroting = ______________________________

kracht-vergroting = ______________________________

**+108** Een brandweerman heeft een breekijzer dat de kracht 20 keer vergroot. Hij duwt met een kracht van 600 N tegen het krachtpunt.
Hoe groot is de kracht waarmee de deur wordt opengebroken?

________________________________________________

**Onthouden!**

Met een hefboom kun je krachten vergroten.
Een hefboom heeft een krachtpunt, een lastpunt en een draaipunt.
Een hefboom heeft een lang uiteinde en een kort uiteinde.

- Krachtpunt = Lang uiteinde
- Lastpunt = Kort uiteinde

kracht-vergroting = lange uiteinde : korte uiteinde

# 6 Druk





▲ **afbeelding 43**
verschil in druk

Lione is even zwaar als Mike (afbeelding 43). Toch doet het meer pijn als Lione op je voet gaat staan dan wanneer Mike dat doet. Dat komt door het verschil in druk.

## Gewicht

Het gewicht van Lione is even groot als dat van Mike. Maar bij Lione komt al het gewicht samen in de punt van haar hak. Daardoor doet het veel pijn als ze op jouw voet gaat staan.

Het gewicht van Mike is even groot als dat van Lione. Maar de schoenzool van Mike is groter. Zijn gewicht wordt verdeeld over je voet. Daardoor doet het minder pijn als Mike op je voet gaat staan.

Het gewicht is even groot als de zwaartekracht. De zwaartekracht werkt naar beneden. Daardoor oefenen Lione en Mike **druk** uit op de grond (of op jouw voet!). Druk is de kracht die werkt op één vierkante centimeter van het oppervlak. De druk wordt kleiner als het oppervlak groter wordt.

## Oppervlak

Kijk naar afbeelding 44. Stel je voor dat hier een vrouw op hoge hakken loopt. Haar hakken zouden meteen in de grond wegzakken. Het gewicht van de tractor is erg groot. Toch zakt hij niet weg in de grond. Dat komt doordat de banden een groot oppervlak hebben. Het gewicht van de tractor wordt verdeeld over een groot oppervlak. Daardoor wordt de druk kleiner.



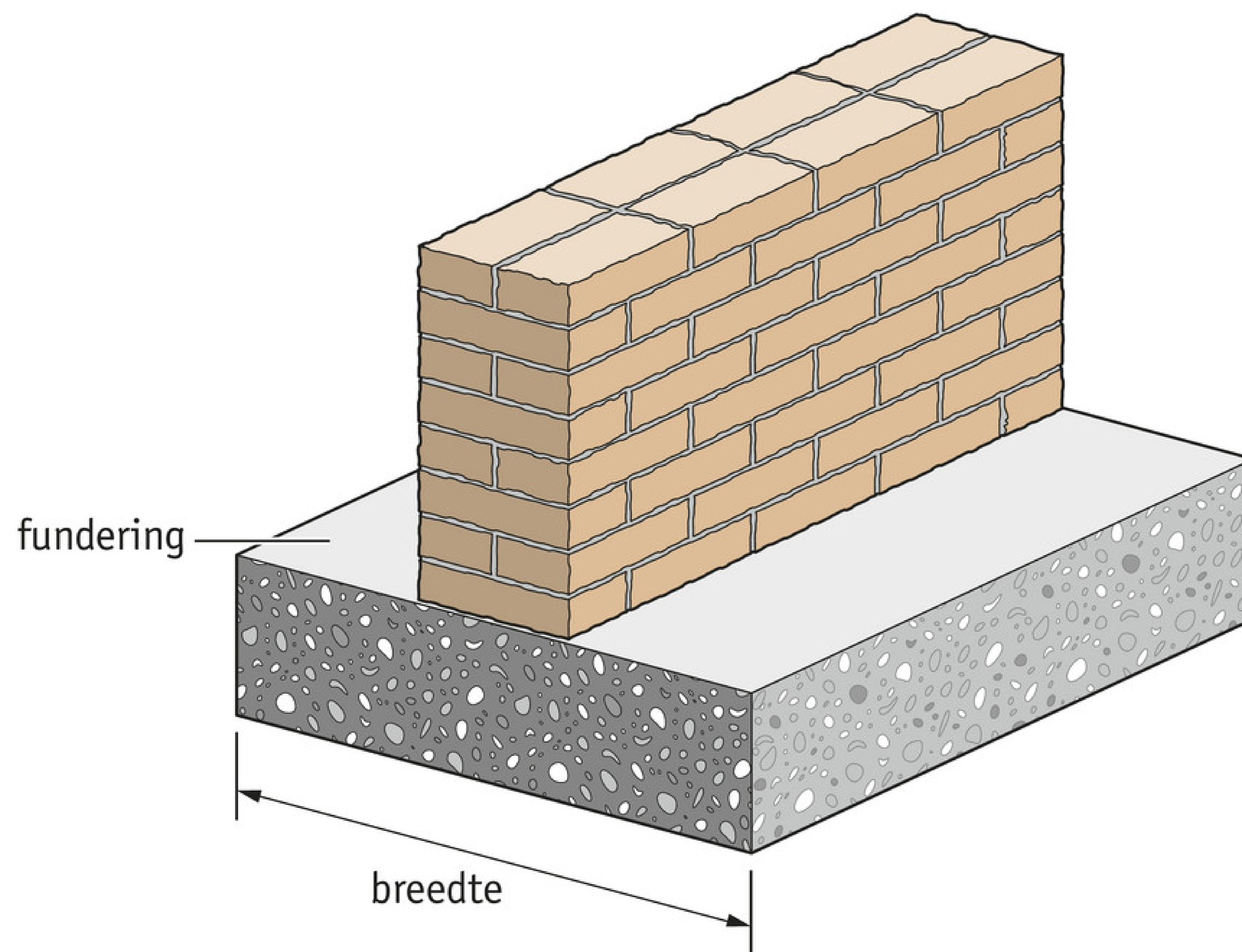
▲ **afbeelding 44**
Brede banden verlagen de druk.



▲ **afbeelding 45**
De platen verdelen de druk over de grond.

In afbeelding 45 zie je het onderste deel van een hijskraan. Het is een zware machine. Hij moet zware dingen tillen. De hijskraan mag dan niet wegzakken in de grond. Daarom hebben ze er grote platen onder gelegd. Het gewicht wordt verdeeld over een groot oppervlak. De druk wordt kleiner.

Muren staan op een brede **fundering**, zodat ze niet wegzakken (afbeelding 46). Het gewicht wordt verdeeld over een groter oppervlak. De druk wordt kleiner.




▶ **afbeelding 46**
De fundering heeft een groter oppervlak dan de muur.

Een jongen is door het ijs gezakt (afbeelding 47). Zijn vader kruipt liggend over het ijs naar hem toe. Omdat hij ligt, wordt zijn gewicht over een groot oppervlak verdeeld. Daardoor is de druk op het ijs kleiner dan wanneer hij staat. Hij zakt daarom niet door het ijs en kan zijn zoon redden.



▶ **afbeelding 47**
groter oppervlak, minder druk

## Opgaven

**109** Het gewicht van iemand is WEL / NIET even groot als zijn zwaartekracht.

**110** Je hebt sneakers aan en je staat op één voet. Je zwaartekracht wordt dus verdeeld over het oppervlak van je schoenzool. Valerie is even zwaar als jij. Valerie draagt schoenen met spitse hakken. Valerie staat op één hak van haar schoen.
De druk van jouw schoen op de grond is GROTER / KLEINER dan die van de hak van Valerie.
De druk van de spitse hak op de grond is GROTER / KLEINER dan de druk van jouw schoen.

**111** Druk is de kracht die werkt op één vierkante ________________ van het oppervlak.

**112** Je kunt de druk verkleinen door het oppervlak te VERGROTEN / VERKLEINEN.

**113** Wat voor banden kun je het best gebruiken op een tractor die door los zand moet rijden?
- ☐ A kleine smalle banden
- ☐ B kleine brede banden
- ☐ C grote smalle banden
- ☐ D grote brede banden

**+114** Peter zegt: “Je kunt druk verkleinen door de kracht te verkleinen.”
Geert zegt: “Je kunt druk verkleinen door het oppervlak groter te maken.”
Welke uitspraak is juist?
- ☐ A Alleen de uitspraak van Peter is juist.
- ☐ B Alleen de uitspraak van Geert is juist.
- ☐ C Beide uitspraken zijn juist.
- ☐ D Beide uitspraken zijn onjuist.

**+115** Een boerin komt thuis van een feest. Ze loopt op schoenen met smalle hakken door de modder naar de boerderij. Binnen kleedt zij zich om en loopt door dezelfde modder naar de stal, maar nu op laarzen.
Wanneer zakt de boerin het diepst weg in de modder?

________________________________________________________________

**+116** Waarom zak je op schoenen met spitse hakken dieper weg in de modder dan op laarzen?
Schrijf in de uitleg hierna de woorden op de juiste plaats. Kies uit: *druk* – *kracht* – *oppervlak*.

De ________________ op de grond is in beide gevallen even groot. De hakken hebben

een kleiner ________________ dan de laarzen. De ________________ is dan groter.

Daarom zak je met hakken verder in de modder dan met laarzen.

**+117** Alle meisjes van 13 jaar mogen een prik halen tegen HPV (baarmoederhalskanker) (afbeelding 48). De naald van de spuit heeft een heel scherpe punt.
Waarom is deze punt zo scherp?
- ☐ A om de druk te verkleinen
- ☐ B om de druk te vergroten
- ☐ C om de naald sterker te maken
- ☐ D om de naald gemakkelijker te kunnen richten



▲ **afbeelding 48**
een prik tegen HPV

**118** Je duwt een punaise in een houten plank.
Waar is de kracht het grootst?
- ☐ A De kracht is het grootst bij de kop van de punaise.
- ☐ B De kracht is het grootst bij de punt van de punaise.
- ☐ C De kracht is bij de kop van de punaise even groot als bij de punt.

**119** Waar is de druk van de punaise het grootst?
- ☐ A bij de kop van de punaise
- ☐ B bij de punt van de punaise
- ☐ C Bij de punt en de kop van de punaise is de druk even groot.

**120** Waarom staan muren op een fundering?
- ☐ A om de muur sterker te maken
- ☐ B om de muur breder te maken
- ☐ C om de druk onder de muur te vergroten
- ☐ D om het gewicht van de muur over een groter oppervlak te verdelen

**Onthouden!**

Druk is de kracht die op één vierkante centimeter van het oppervlak werkt.
Je verkleint de druk door het oppervlak te vergroten.
Hoe groter het oppervlak, hoe kleiner de druk.

# 7 Test Jezelf

## Waar / niet waar-vragen

| | waar | niet waar |
|---|---|---|
| 1 Een kracht kun je zien. | | |
| 2 Krachten zorgen alleen voor een vorm-verandering. | | |
| 3 Alleen mensen en dieren hebben spierkracht. | | |
| 4 Voor verandering van richting heb je geen kracht nodig. | | |
| 5 Als je een kracht wilt tekenen, kun je dat doen door een pijl te tekenen. | | |
| 6 Om je pen op te tillen, heb je elektrische kracht nodig. | | |
| 7 Op aarde hebben alle voorwerpen zwaartekracht. | | |
| 8 Een trampoline heeft veerkracht. | | |
| 9 Elektrische kracht is hetzelfde als magnetische kracht. | | |
| 10 Hoe groter het oppervlak, hoe groter de druk. | | |
| 11 Een kracht kun je meten met een kracht-meter. | | |
| 12 De zwaartekracht op een zak appelen met een massa van 5 kg is 50 N. | | |
| 13 De eenheid van kracht is newton. | | |
| 14 Zonder wrijvings-kracht kun je heel gemakkelijk lopen. | | |
| 15 Bij ruwe vloeren is de wrijving groter dan bij gladde oppervlakken. | | |
| 16 Een hefboom die in evenwicht is, draait niet. | | |
| 17 Een hefboom gebruik je om een kracht te verkleinen. | | |
| 18 De rem van een fiets werkt het best als het regent. | | |
| 19 Een kracht-meter werkt door de zwaartekracht van een metalen veer. | | |
| 20 Als je een kracht tekent, gebruik je altijd een krachten-schaal. | | |

## Meerkeuze-vragen

**1** Een volleyballer slaat tegen een bal. Door de slag werkt er een kracht op de bal.
Wat is de uitwerking van de kracht?
- ☐ A De kracht geeft de bal alleen een verandering van vorm.
- ☐ B De kracht geeft de bal alleen een verandering van richting.
- ☐ C De kracht geeft de bal alleen een verandering van snelheid.
- ☐ D De kracht geeft de bal een verandering van vorm, richting en snelheid.

**2** Chantal doet een proef om iets over krachten te weten te komen. Ze houdt een magneet bij een andere magneet. De magneten stoten elkaar af.
Door welk soort kracht stoten de magneten elkaar af?
- ☐ A trekkracht
- ☐ B magnetische kracht
- ☐ C elektrische kracht
- ☐ D stootkracht

**3** Hilde heeft een massa van 64 kilogram.
Hoe groot is de zwaartekracht van Hilde?
- ☐ A 64 × 10 = 640 N
- ☐ B 64 + 10 = 74 N
- ☐ C 64 – 10 = 54 N
- ☐ D 64 : 10 = 6,4 N

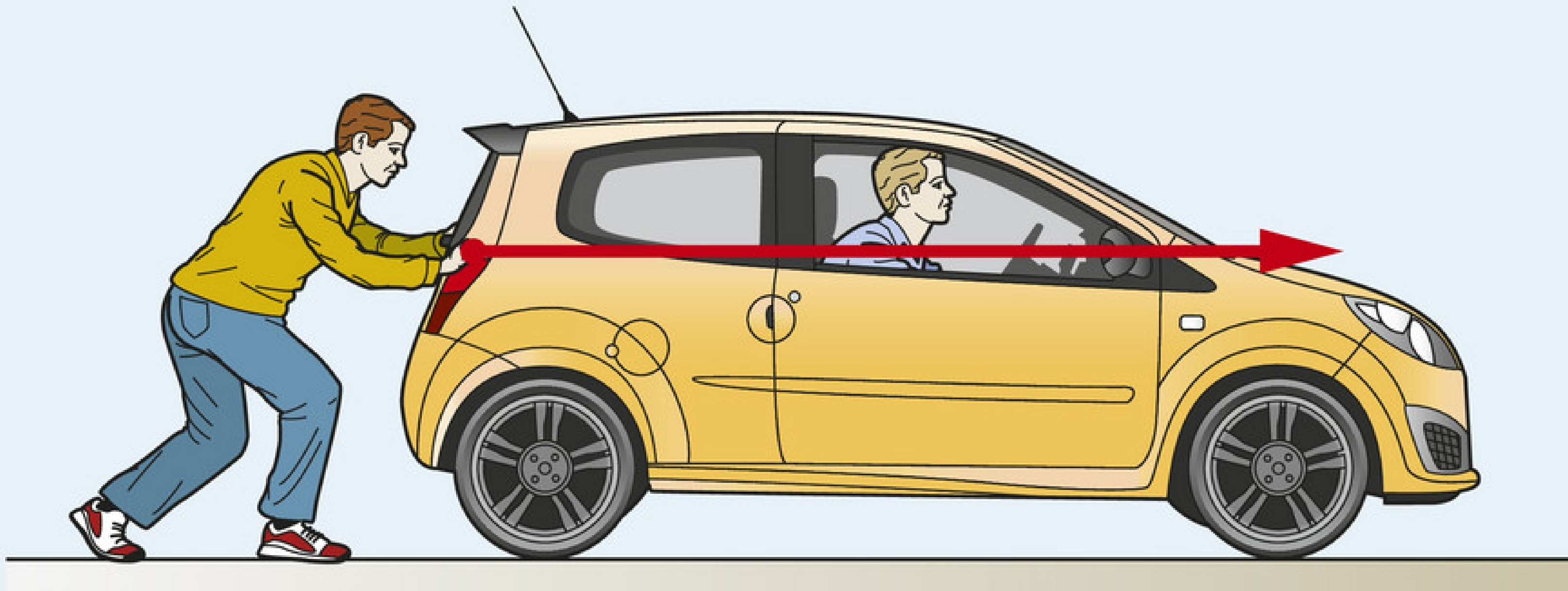
**4** Waarom zit er profiel op een fietsband?
- ☐ A om de fietsband mooier te maken
- ☐ B om een goede wrijving bij droog weer te krijgen
- ☐ C om een goede wrijving bij nat weer te krijgen
- ☐ D om te laten zien welk merk band het is

**5** Vorige week regende het. Deze week is het droog weer geweest. Saïd heeft een mountain-bike met knijp-remmen.
Merkte hij verschil tussen het remmen bij droog weer en bij nat weer?
- ☐ A Hij merkte geen verschil.
- ☐ B Bij droog weer werken de remmen beter.
- ☐ C Bij droog weer werken de remmen slechter.
- ☐ D Bij nat weer werken de remmen beter.

**6** Wat is de eenheid van zwaartekracht?
- ☐ A gram
- ☐ B pond
- ☐ C kilogram
- ☐ D newton

**7** Mario heeft een auto. Zijn auto wil niet starten. Peter wil helpen en duwt de auto aan. Peter duwt met een kracht van 600 N. De pijl in afbeelding 49 geeft de kracht van Peter aan. Maar de lengte van de pijl is niet goed getekend.
De krachten-schaal is 1 cm ≙ 100 N.
Hoe lang moet de pijl wel zijn?

- ☐ A 100 : 600 = 0,6 cm
- ☐ B 600 : 100 = 6 cm
- ☐ C 100 : 1 = 100 cm
- ☐ D 600 : 1 = 600 cm



▲ **afbeelding 49**
Peter helpt Mario de auto aan te duwen.

**8** Je moet in een tekening een kracht aangeven. Je geeft de kracht aan door een pijl te tekenen.
Is het belangrijk hoe je de pijl tekent?

- ☐ A Nee, je mag de pijl tekenen waar je wilt en hoe lang je wilt.
- ☐ B Ja, je moet alleen het aangrijpings-punt van de kracht tekenen.
- ☐ C Ja, je moet alleen de richting van de kracht tekenen.
- ☐ D Ja, je moet de richting, de grootte en het aangrijpings-punt van de kracht tekenen.

**9** Teun wil een houten kist over een vloer verschuiven.
Waarvan hangt de kracht af die Teun hiervoor nodig heeft?

- ☐ A alleen van het gewicht van de kist
- ☐ B alleen van hoe ruw de vloer is
- ☐ C van het gewicht van de kist en van de soort vloer
- ☐ D van het gewicht van de kist, de soort vloer en hoe ruw de vloer is

**10** Je tilt een zware steen op met een hefboom.
Hoe noem je de plaats waar de hefboom de steen omhoog duwt?

- ☐ A het lastpunt
- ☐ B het draaipunt
- ☐ C het krachtpunt
- ☐ D het buigpunt

## Open vragen

**1** Schrijf vier soorten krachten op die je in je omgeving of op school kunt tegenkomen.

______________________________________________

______________________________________________

**2** Om een koffer op te tillen, heb je een kracht nodig van 100 N.

**a** De krachten-schaal is: 1 cm ≙ 25 N.
Reken uit hoeveel cm je de pijl in afbeelding 50 moet tekenen.

______________________

De pijl moet _________ lang worden.

**b** Teken die kracht in afbeelding 50.



▲ **afbeelding 50**
een koffer optillen

**3** De banden van een auto moeten veel wrijving hebben met het wegdek.
Ook bij andere dingen is wrijving nodig.

Schrijf twee andere dingen op waarvoor wrijving nodig is.

______________________________________________

______________________________________________

**4** Henk gaat een nieuwe auto kopen. De auto die hij kiest, heeft een massa van 1100 kilogram.
Bereken de zwaartekracht van de auto van Henk.

1 kg heeft een zwaartekracht van ______ N.

De auto van Henk heeft een zwaartekracht van:

__________ × _________ = ______________ N

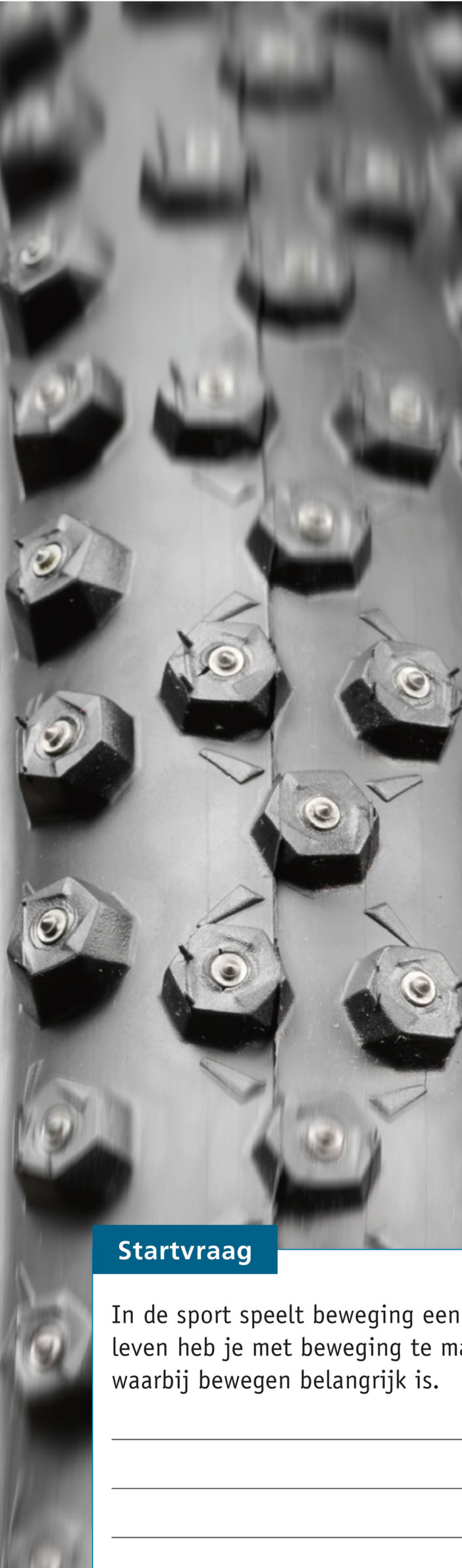
**5** Een brandweerman maakt de deur van een auto open met een breekijzer. Het lange uiteinde van het breekijzer is 60 cm. Het korte uiteinde is 4 cm. De man duwt met een kracht van 400 newton tegen het krachtpunt.
Bereken de kracht waarmee het breekijzer de deur openbreekt. Schrijf eerst de formule op.

kracht-vergroting = ______________________________

kracht-vergroting = ______________________ keer

De kracht waarmee de deur wordt opengebroken, is: ______________________





# 2 Bewegen

## Inhoud



### Startvraag

In de sport speelt beweging een grote rol. Ook in het dagelijks leven heb je met beweging te maken. Schrijf vijf voorbeelden op waarbij bewegen belangrijk is.

______________________________

______________________________

______________________________

______________________________

# 1 Snelheid

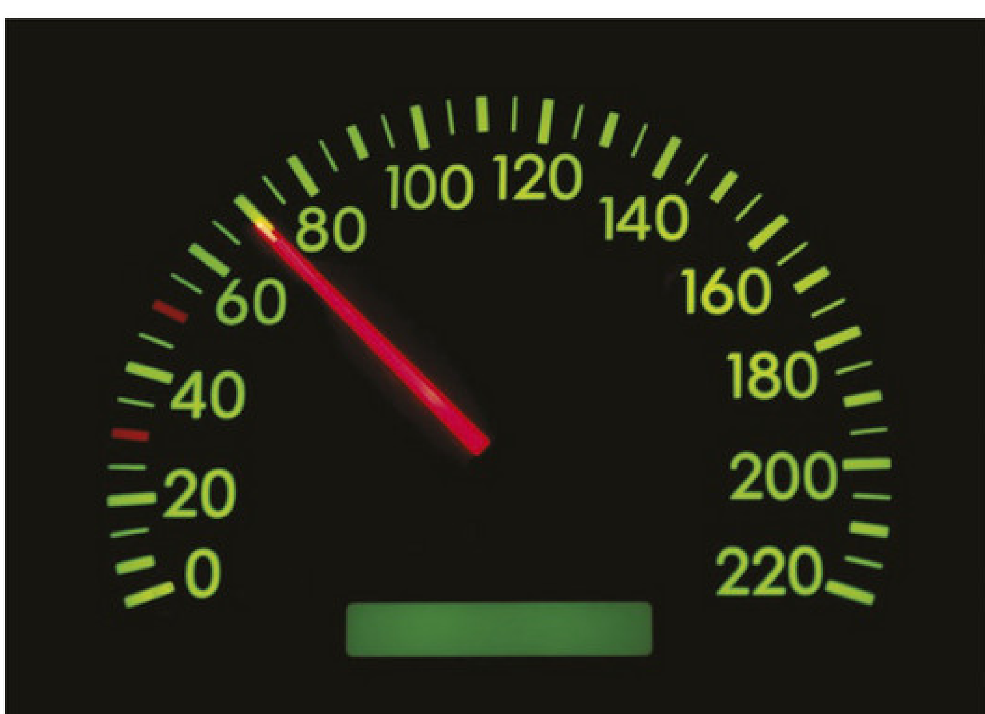
Bij veel sport-wedstrijden is snelheid belangrijk. Bijvoorbeeld bij hardlopen, wielrennen en schaatsen. Bij snelheid heb je te maken met afstand en tijd.

## Eenheid van snelheid

De Tour de France is een fiets-wedstrijd in Frankrijk. Samuel doet mee aan deze wedstrijd (afbeelding 1). Op één dag fietst Samuel 200 kilometer. Daarover doet hij 5 uur. Hij legt dus 200 kilometer af in 5 uur. In 1 uur fietst Samuel 200 : 5 = 40 kilometer.
De **snelheid** van Samuel is 40 kilometer per uur.



▲ **afbeelding 1**
In een fiets-wedstrijd rijdt Samuel met grote snelheid.




ⓐ van een auto



ⓑ op een fiets

▲ **afbeelding 2**
snelheids-meters

De eenheid voor snelheid is **kilometer per uur**. Je kunt dit afkorten als **km/h**.
De betekenis van de afkorting is:
km = kilometer
/ = per
h = uur (in het Engels *hour*)

Op de snelheids-meter van een auto of een fiets kun je de snelheid aflezen. Je ziet de snelheid waarmee de auto of de fiets op dat moment rijdt (afbeelding 2).

## Snelheid berekenen

De snelheid kun je ook berekenen. Je moet dan de afstand weten en de tijd die je daarvoor nodig hebt. In het voorbeeld van Samuel: de afstand is 200 kilometer, de tijd is 5 uur. De snelheid is:
200 : 5 = 40 km/h

Snelheid is de afstand gedeeld door de tijd die je daarvoor nodig hebt.
Je kunt dit opschrijven in een formule:

snelheid = afstand : tijd

*Voorbeeld 1*
Een auto rijdt een afstand van 460 kilometer. De auto doet daar 4 uur over.
Hoe groot is de snelheid van de auto?

Schrijf eerst de formule op:

snelheid = afstand : tijd

Vul de getallen in:

snelheid = 460 km : 4 uur = 115 km/h

## Opgaven

**1** Je rijdt met je vader in een auto.
Hoe kun je weten met welke snelheid de auto rijdt?

Dat kun je zien op de ______________________________ .

**2** Welke eenheid gebruik je voor de snelheid van een auto?
Schrijf de eenheid in woorden.

____________________________________________________________

**3** Hoe schrijf je de eenheid voor de snelheid van een auto als afkorting?

____________

**4** Is de snelheid van een auto tijdens een rit de hele tijd hetzelfde?
De snelheid van een auto is WEL / NIET altijd hetzelfde.

**5** Ramon rijdt met zijn auto een afstand van 240 kilometer. Hij doet daar 2 uur over.
Hoe groot is de snelheid van de auto van Ramon? Schrijf eerst de formule op.

snelheid = ______________________________

snelheid = ______________________________ km/h

**6** Hiba rijdt met haar scooter naar school. De afstand is 12 kilometer. Zij doet daar een ½ uur over.
Hoe groot is de snelheid van de scooter? Schrijf eerst de formule op.

snelheid = ____________________________________________________________

snelheid = ____________________________________________________________

7 In afbeelding 2b zie je de snelheids-meter van een fiets.
Deze snelheids-meter is ANALOOG / DIGITAAL.

8 Schrijf drie voorbeelden op van sporten waarbij de sporter met de grootste snelheid de wedstrijd wint.

______________________________________________

## Gemiddelde snelheid

Een scooter rijdt in de stad. De snelheid van de scooter is steeds verschillend, want de snelheid verandert tijdens het rijden.

Soms rijdt de scooter met grote snelheid over een lege weg. Een andere keer rijdt de scooter langzaam achter een paar fietsers. Soms moet de scooter stoppen voor een stoplicht. In het verkeer spreek je daarom van **gemiddelde snelheid**.

Bij de wielrenners in een wedstrijd verandert de snelheid ook steeds. Samuel uit afbeelding 1 rijdt niet de hele tijd precies 40 km/h. Soms rijdt hij wel 55 km/h. Bijvoorbeeld als hij bergaf gaat. Een andere keer rijdt hij maar 30 km/h, bijvoorbeeld als hij onderweg iets eet. De gemiddelde snelheid van Samuel is 40 km/h.

## Meter per seconde

Bij hardlopen is de afstand vaak kort. Een voorbeeld is de 100 meter sprint (afbeelding 3). De afstand wordt gemeten in meters. De tijd wordt gemeten in seconden. De snelste sprinter ter wereld loopt de 100 meter in minder dan 10 seconden.




▲ **afbeelding 3**
de 100 meter sprint

*Voorbeeld 2*
Een sprinter loopt de 100 meter in 12,5 seconden.
De snelheid bereken je met de formule:

snelheid = afstand : tijd

snelheid = 100 meter : 12,5 seconde

De snelheid is 8 meter per seconde.

**Meter per seconde** is ook een eenheid van snelheid, net als km/h.
Meter per seconde kort je af als: **m/s**. De betekenis van de afkorting is:
m = meter
/ = per
s = seconde

## Opgaven

**9** In het verkeer spreek je van ________________ snelheid.

**10** De snelheid van een scooter is WEL / NIET steeds verschillend.

**11** De gemiddelde snelheid van een scooter is 35 km/h.

Dat betekent: in 1 uur legt de scooter een afstand af van ____________________ .

**12** Stefan fietst in 2 uur een afstand van 48 kilometer.
Hoe groot is de gemiddelde snelheid van Stefan?
Schrijf eerst de formule op.

gemiddelde snelheid = ______________ : ______________

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ________________________ km/h

**13** Twan fietst in 2 uur 50 kilometer.
Hoe groot is de gemiddelde snelheid van Twan? Schrijf eerst de formule op.

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

**14** m is de afkorting van ______________________________ .

s is de afkorting van ______________________________ .

m/s is de afkorting van ____________________________ .

**15** In de winter worden veel schaats-wedstrijden gehouden. Eén van de afstanden is de 500 meter.
Op een dag rijdt Jan de 500 meter in 40 seconden (afbeelding 4).
Hoe groot is zijn gemiddelde snelheid? Schrijf eerst de formule op.

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________




▲ **afbeelding 4**
Jan rijdt in een schaats-wedstrijd.

**16** Nadia fietst naar haar tante. Haar tante woont 50 kilometer bij haar vandaan.
Nadia is 5 uur onderweg, want ze neemt een flinke pauze.
Hoe groot is de gemiddelde snelheid van Nadia? Schrijf eerst de formule op.

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

**17** Een minuut is 60 seconden.
Hoeveel seconden duurt een wedstrijd van 8 minuten?

8 × ________ = ________ seconden

**18** De 1500 meter is ook een afstand bij schaatswedstrijden. Carla schaatst de 1500 meter.
Ze doet er precies 120 seconden over.
Hoe groot is de gemiddelde snelheid van Carla?
Gebruik je rekenmachine bij deze opgave. Schrijf eerst de formule op.

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

**19** Rein rijdt op een drukke dag van Breda naar Amsterdam. Hij is 2 uur onderweg. Van Breda naar Amsterdam is 100 kilometer.
Hoe groot is de gemiddelde snelheid van Rein?

gemiddelde snelheid = ________________________________

gemiddelde snelheid = ________________________________

**+20** Wat wordt bedoeld met het begrip snelheid?

Snelheid is de ____________ gedeeld door de ____________ die je daarvoor nodig hebt.

Je kunt ook zeggen: snelheid is de ____________ die je aflegt per ____________ of per ____________ .

## Onthouden!

Snelheid is de afstand gedeeld door de tijd.
In het verkeer spreek je van de gemiddelde snelheid.
gemiddelde snelheid = afstand : tijd
Kilometer per uur kort je af als km/h.
Meter per seconde kort je af als m/s.
km/h is een eenheid van snelheid.
m/s is een eenheid van snelheid.

# 2 Afstand en tijd

Met snelheid, afstand en tijd kun je sommen maken. Als je twee van deze dingen weet, kun je de derde uitrekenen.

## Afstand uitrekenen

Je zit bij je moeder in de auto. De auto rijdt over de snelweg. De snelheids-meter geeft 2 uur lang precies 120 km/h aan. Je kunt nu uitrekenen hoe ver je in 2 uur rijdt.

De snelheid is 120 kilometer per uur. In 1 uur leg je 120 kilometer af.
De tijd is 2 uur. In 2 uur leg je 120 × 2 = 240 km af.
De afstand is dus 240 kilometer.

Je gebruikt de formule:

afstand = snelheid × tijd

Bij natuurkunde noem je de afstand ook wel de **afgelegde weg**.
De afgelegde weg is dus een ander woord voor afstand.
Je zegt: de afgelegde weg is 240 kilometer.




▲ **afbeelding 5**
Sef fietst 9 kilometer naar zijn oom en tante.

## Tijd uitrekenen

Sef wil op bezoek bij zijn oom en tante. Die wonen 9 kilometer bij hem vandaan. Sef gaat op de fiets (afbeelding 5). Hij fietst met een snelheid van 18 km/h. Hij wil weten hoe lang hij moet fietsen om bij zijn oom en tante te komen.

Sef gebruikt de formule:

tijd = afstand : snelheid

Voor Sef geldt dan:

tijd = 9 km : 18 km/h = 0,5 h

0,5 h betekent 0,5 uur, dus een half uur of 30 minuten.
Sef is 30 minuten onderweg.
Als de getallen moeilijker worden, kun je de rekenmachine gebruiken.

## Opgaven

**21** Meneer Houben rijdt met de auto naar school. Het is erg druk op de weg. Zijn gemiddelde snelheid is daarom maar 35 km/h. Hij is precies 1 uur onderweg.
Hoeveel kilometer woont meneer Houben van school?

Hij woont ____________ van school.

**22** Op een andere dag rijdt meneer Houben 45 minuten als hij naar school gaat. Hij rijdt altijd over dezelfde weg.
Wat kun je zeggen over de gemiddelde snelheid van meneer Houben op deze dag?

- ☐ A Zijn gemiddelde snelheid is kleiner dan 35 km/h.
- ☐ B Zijn gemiddelde snelheid is precies 35 km/h.
- ☐ C Zijn gemiddelde snelheid is groter dan 35 km/h.

**23** Met welke formule bereken je de afgelegde afstand?

afstand = ____________________________________________

**24** Hein gaat met zijn ouders op fiets-vakantie. Op de eerste dag zijn ze 10 uur onderweg. Ze rusten vaak en ze stoppen soms om iets te bekijken. De gemiddelde snelheid is daarom maar 5 km/h.
Bereken de afstand die Hein en zijn ouders op die eerste dag afleggen. Schrijf eerst de formule op.

afstand = ____________________________________________

afstand = ____________________________________________

afstand = ____________________________________________

**25** Een vliegtuig heeft een gemiddelde snelheid van 800 km/h. Een vliegreis duurt 3 uur.
Hoeveel kilometer legt het vliegtuig af? Schrijf eerst de formule op.

afstand = ____________________________________________

afstand = ____________________________________________

afstand = ____________________________________________

**26** Een supersnelle trein rijdt gemiddeld 300 km/h (afbeelding 6). Een reis van Amsterdam naar Parijs duurt 2 uur.
Hoe groot is de afstand van Amsterdam naar Parijs? Schrijf eerst de formule op.

afstand = ______________________________

afstand = ______________________________

afstand = ______________________________



▲ **afbeelding 6**
De thalys is een supersnelle trein.

**27** Met welke formule kun je de tijd uitrekenen, als je de afstand en de snelheid weet?

tijd = ______________________________

**+28** Said reist van Roermond naar Arnhem. Hij gaat met de stoptrein. De afstand is 102 kilometer. De stoptrein heeft een gemiddelde snelheid van 51 km/h.
Hoe lang duurt de treinreis van Said? Schrijf eerst de formule op.

______________________________

______________________________

______________________________

**+29** Van Maastricht naar Leeuwarden is 300 kilometer. Met de auto rijdt Ricardo gemiddeld 60 km/h.
In hoeveel tijd rijdt Ricardo naar Leeuwarden? Schrijf eerst de formule op.

______________________________

______________________________

______________________________

**+30** Een rit in de Tour de France is 192 kilometer lang. De winnaar van de rit rijdt met een gemiddelde snelheid van 34,6 km/h.
Hoe lang duurt de rit? Schrijf eerst de formule op.

______________________________

______________________________

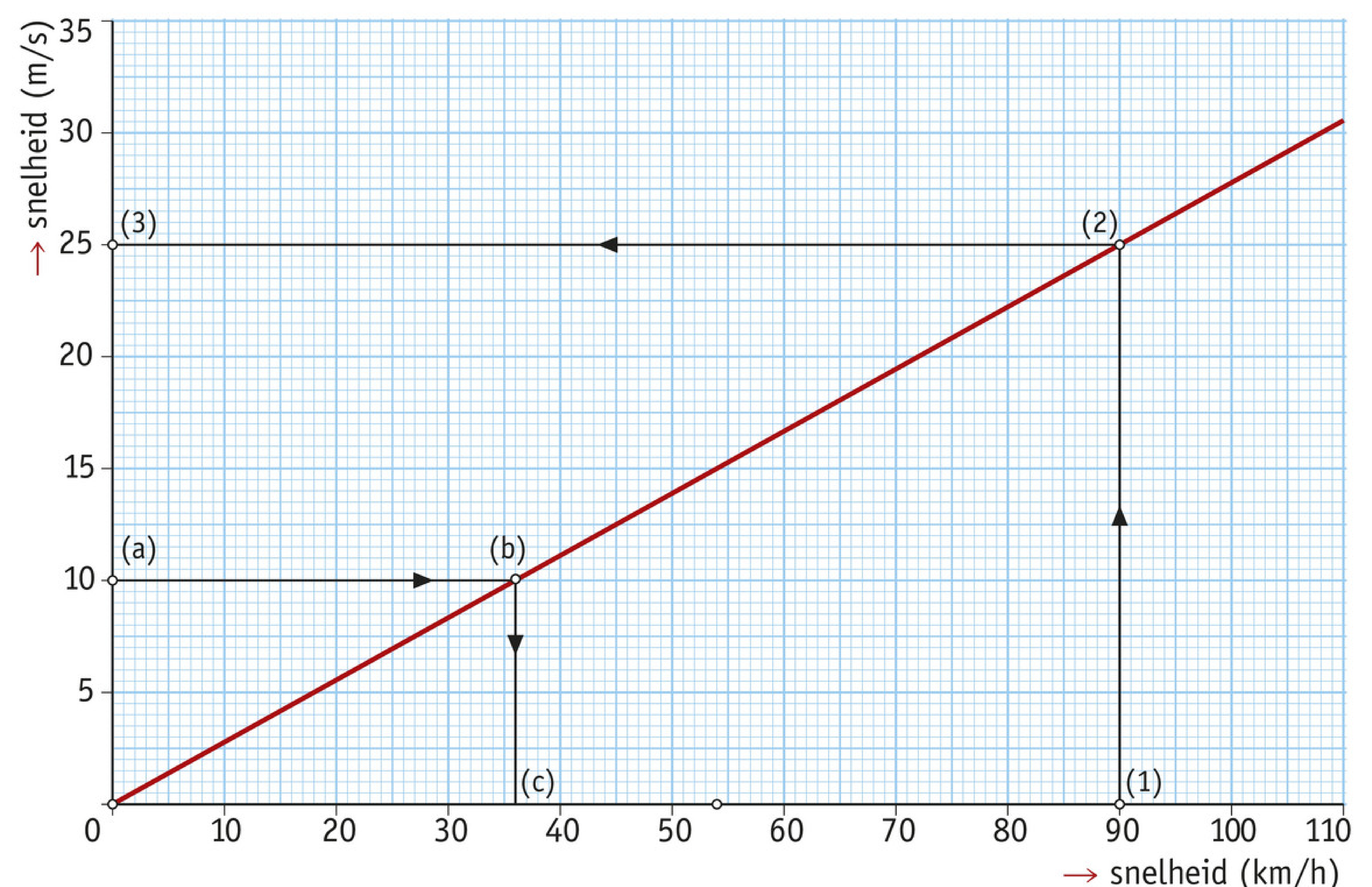
______________________________

## Snelheid omzetten

Snelheids-meters van auto's en scooters geven de snelheid in km/h. Bij natuurkunde reken je vaak met m/s. Je kunt de **snelheid omzetten** van km/h naar m/s. Dat doe je met een grafiek.

Kijk naar afbeelding 7.
- Op de horizontale as staat de snelheid in km/h.
- Op de verticale as staat de snelheid in m/s.

*Voorbeeld 3*
Een auto rijdt 90 km/h.
Hoe groot is de snelheid in m/s?




▶ **afbeelding 7**
de grafiek voor het omzetten van km/h naar m/s

- Zoek op de horizontale as 90 km/h. Dat is bij (1) in afbeelding 7.
- Ga recht omhoog tot aan de rode lijn. Dat is bij (2) in afbeelding 7.
- Ga dan naar links tot aan de verticale as. Dat is bij (3) in afbeelding 7.
- Op de verticale as lees je nu de snelheid af in m/s.

Je leest af: 90 km/h = 25 m/s.
Andersom kan ook: je kunt m/s omzetten naar km/h (afbeelding 8).



(a) De auto rijdt 25 m/s.



(b) De sprinter rent 36 km/h.

▲ **afbeelding 8**
snelheid in m/s en km/h

*Voorbeeld 4*
Een sprinter rent met 10 m/s.
Hoe groot is zijn snelheid in km/h?

- Zoek op de verticale as 10 m/s. Dat is bij (a) in afbeelding 7.
- Ga naar rechts tot aan de rode lijn. Dat is bij (b) in afbeelding 7.
- Ga dan recht naar beneden tot aan de horizontale as. Dat is bij (c) in afbeelding 7.
- Op de horizontale as lees je nu de snelheid af in km/h.

Je leest af: 10 m/s = 36 km/h.

## Opgaven

**31** In welke eenheid meet je de gemiddelde snelheid in het verkeer?

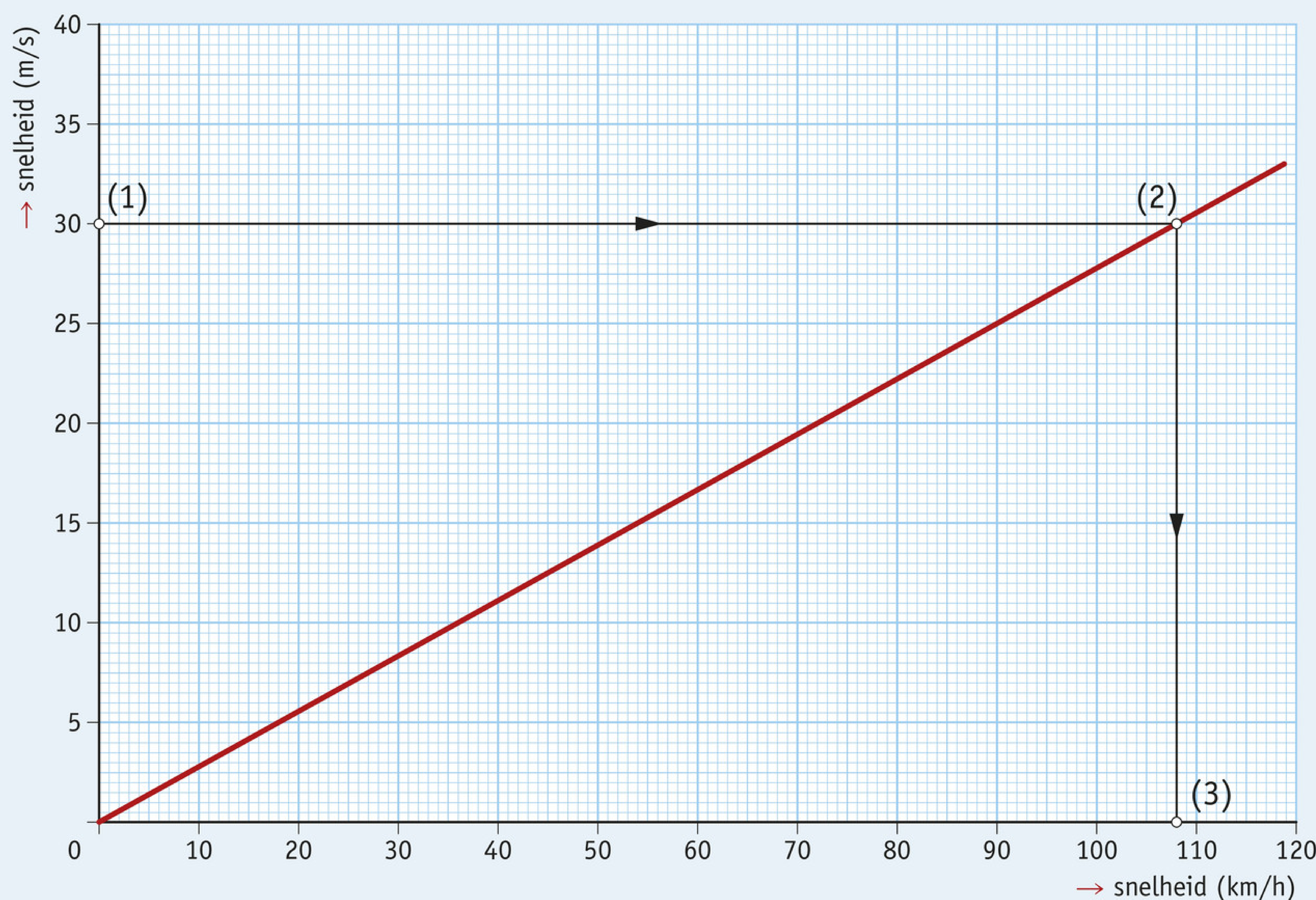
______________________________

**32** In welke eenheid meet je de snelheid bij natuurkunde?

______________________________

**33** Een auto rijdt met een snelheid van 30 m/s.
Lees in de grafiek van afbeelding 9 af hoeveel km/h dat is.
Volg deze aanwijzingen op:
- Zoek op de verticale as 30 m/s (1).
- Ga naar rechts tot aan de grafiek (2).
- Ga recht naar beneden tot aan de horizontale as (3).
- Hier lees je de snelheid af in km/h.

De snelheid is WEL / NIET 108 km/h.




▲ **afbeelding 9**
Zo gebruik je een grafiek voor het omzetten van m/s naar km/h.

**34** 30 m/s = ________ km/h

**35** Zet op dezelfde manier de volgende snelheden om. Je mag hulplijntjes tekenen in afbeelding 9. Gebruik een scherp potlood en liniaal. Werk zo nauwkeurig mogelijk.

10 m/s = ________ km/h

33 m/s = ________ km/h

20 m/s = ________ km/h

15 m/s = ________ km/h

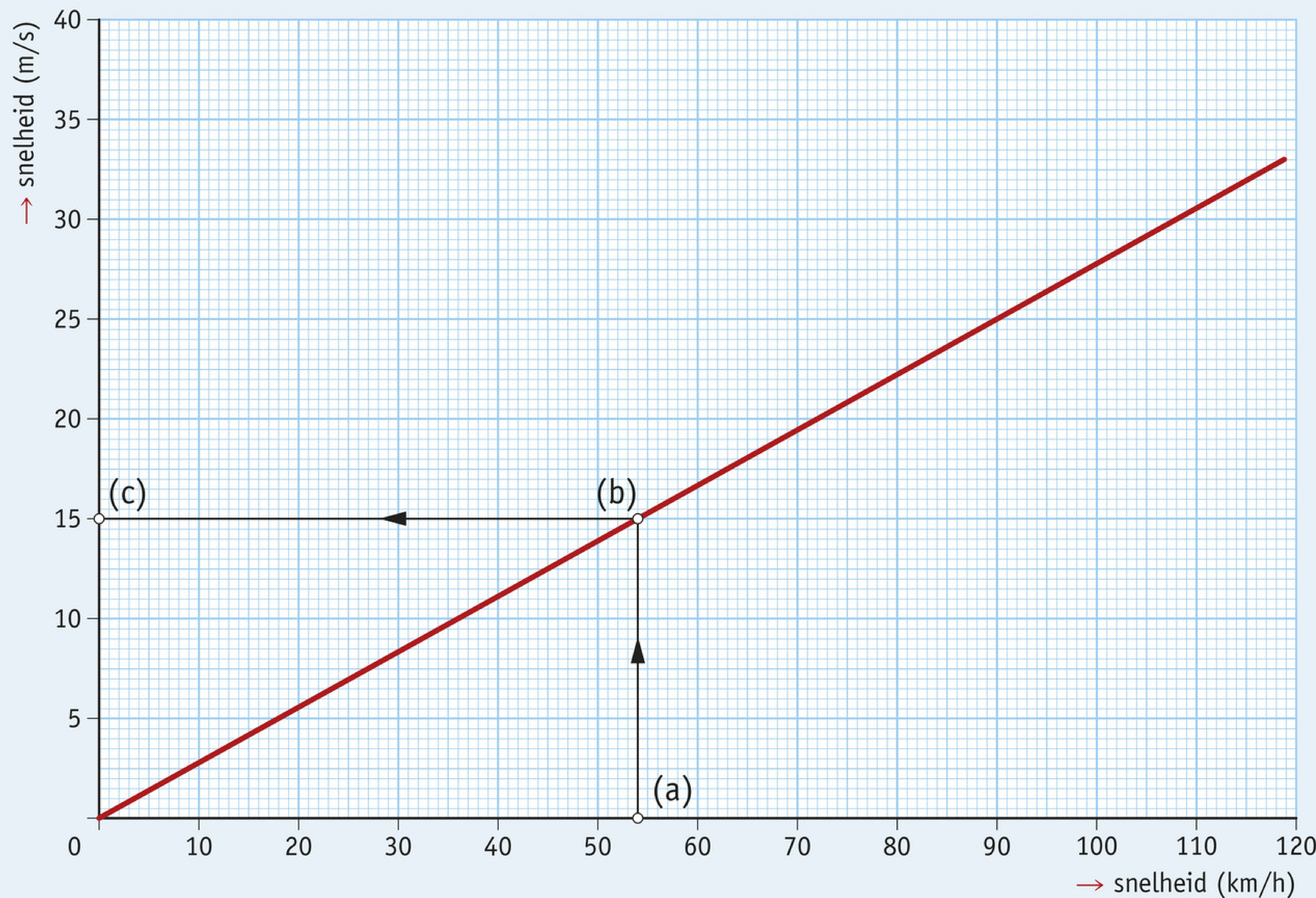
25 m/s = ________ km/h

5 m/s = ________ km/h

1 m/s = ________ km/h

7 m/s = ________ km/h

**36** Een motor rijdt 54 km/h.
Lees in de grafiek van afbeelding 10 af hoeveel m/s dat is.
De snelheid is WEL / NIET 15 m/s.




▲ **afbeelding 10**
Zo gebruik je een grafiek voor het omzetten van km/h naar m/s.

**37** 54 km/h = ______ m/s

**38** Zet op dezelfde manier de volgende snelheden om. Je mag hulplijntjes tekenen in afbeelding 10. Gebruik je potlood en liniaal. Werk zo nauwkeurig mogelijk.

36 km/h = ______ m/s
108 km/h = ______ m/s
50 km/h = ______ m/s
40 km/h = ______ m/s
90 km/h = ______ m/s
30 km/h = ______ m/s
72 km/h = ______ m/s
12 km/h = ______ m/s

**39** Peter loopt in een uur een afstand van 4,5 kilometer. Els loopt in een uur 4,9 kilometer.
Wie loopt met de grootste snelheid?
☐ A Peter, want hij legt in een uur de kleinste afstand af.
☐ B Els, want zij legt in een uur de kleinste afstand af.
☐ C Els, want zij legt in een uur de grootste afstand af.
☐ D Peter, want hij legt in een uur de grootste afstand af.

**40** Tooske fietst twee uur en legt een afstand af van 25 kilometer. Tim legt 25 kilometer af in een tijd van een uur en drie kwartier.
Wie heeft het snelst gefietst?
☐ A Tooske, want zij legt de 25 km af in de kortste tijd.
☐ B Tooske, want zij legt de 25 km af in de langste tijd.
☐ C Tim, want hij legt de 25 km af in de langste tijd.
☐ D Tim, want hij legt de 25 km af in de kortste tijd.

## Onthouden!

snelheid = afstand : tijd
afstand = snelheid × tijd
tijd = afstand : snelheid

Snelheid kun je omzetten van km/h naar m/s.
Snelheid kun je ook omzetten van m/s naar km/h.
Snelheid omzetten doe je met een grafiek.

# 3 Krachten op de fiets

Als je fietst, werken er verschillende krachten op je fiets. Sommige krachten helpen je vooruit. Andere krachten werken je tegen.

## Meewerkende krachten

Je fiets gaat vooruit, doordat je op de trappers duwt. Je oefent kracht uit op de trappers. Het achterwiel gaat draaien. Het achterwiel duwt de fiets vooruit. Die kracht noem je de **aandrijvende kracht**.

Soms moet je een brug over fietsen (afbeelding 11). Als je van de brug af rijdt, ga je naar beneden. Door de **zwaartekracht** ga je steeds sneller.



▲ **afbeelding 11**
Bergaf is de zwaartekracht een meewerkende kracht.

In Nederland waait het vaak hard. Als je **wind mee** hebt, 'duwt' de wind je een beetje vooruit. Je hoeft dan minder hard te trappen. Een kracht die je helpt, noem je een **meewerkende kracht**. Voorbeelden van een meewerkende kracht zijn: aandrijvende kracht, wind mee en zwaartekracht (bergaf).

## Opgaven

**41** Je bent aan het fietsen. Je voeten duwen de pedalen rond.
Om de pedalen rond te duwen, heb je WEL / GEEN kracht nodig.

**42** Je hebt kracht nodig om op snelheid te komen.
Heb je ook kracht nodig om op dezelfde snelheid te blijven?
Daarvoor heb je WEL / GEEN kracht nodig.

**43** Hoe noem je de kracht die je fiets vooruit duwt als je trapt?

______________________________________________

**44** Als je van een brug af rijdt, is de zwaartekracht WEL / NIET een meewerkende kracht.

**+45** De kracht waarmee je op de pedalen trapt, wordt naar het achterwiel overgebracht.
Welk onderdeel van je fiets brengt de kracht over naar het achterwiel?

______________________________________________

## Tegenwerkende krachten

Om op de fiets steeds dezelfde snelheid te houden, heb je kracht nodig. Dat komt door **tegenwerkende krachten**. Tegenwerkende krachten remmen je fiets af. Voorbeelden van tegenwerkende krachten zijn rolwrijving, luchtwrijving en remkracht.

## Rolwrijving

Om iets vooruit te rollen, is kracht nodig. Dat komt door **rolwrijving**. Rolwrijving is een tegenwerkende kracht. De banden van je fiets ondervinden rolwrijving van de weg. Hoe meer rolwrijving, hoe meer kracht het kost om vooruit te komen. Zachte banden hebben meer rolwrijving dan harde banden. Een zandweg geeft meer rolwrijving dan asfalt.

In het wiel van een fiets zitten **kogel-lagers** (afbeelding 12). In een kogel-lager heb je ook rolwrijving. Een slecht gesmeerde fiets heeft veel rolwrijving in de kogel-lagers. Een fiets die goed gesmeerd is, heeft weinig rolwrijving. Daarom rijdt een goed gesmeerde fiets beter.



▲ **afbeelding 12**
het kogel-lager van een fietswiel

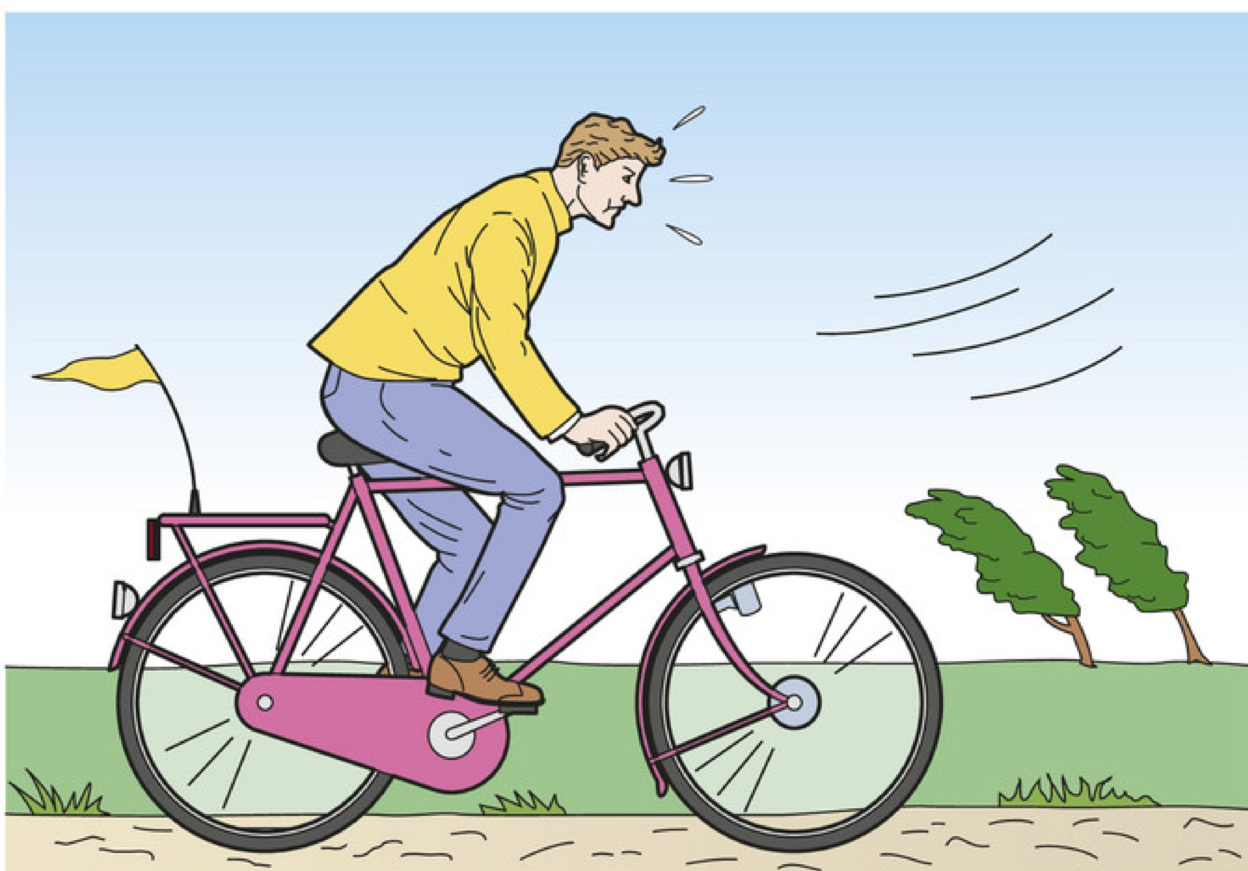
## Beroep

### Fiets-technicus

Marieke werkt in een fietsen-winkel in Utrecht. Ze is fiets-technicus. Marieke doet onderhoud en reparaties bij allerlei soorten fietsen. Bijvoorbeeld: alles nakijken, onderdelen smeren, remmen en licht repareren, spaken spannen. In de winkel van Marieke maken ze ook nieuwe fietsen. Die zetten ze zelf in elkaar uit losse onderdelen. Marieke weet alles van de nieuwste ontwikkelingen, zoals veersystemen, elektronische trapondersteuning en onderhoudsvrije naven. Ook geeft ze advies aan klanten.



▲ **afbeelding 13**
Marieke is fietsen-maker.



▲ **afbeelding 14**
Bij harde tegenwind heb je veel luchtwrijving.

## Luchtwrijving

Als je hard fietst, voel je **luchtwrijving**. Luchtwrijving is een tegenwerkende kracht. Met tegenwind is de luchtwrijving groot (afbeelding 14). Met wind in de rug is de luchtwrijving klein.

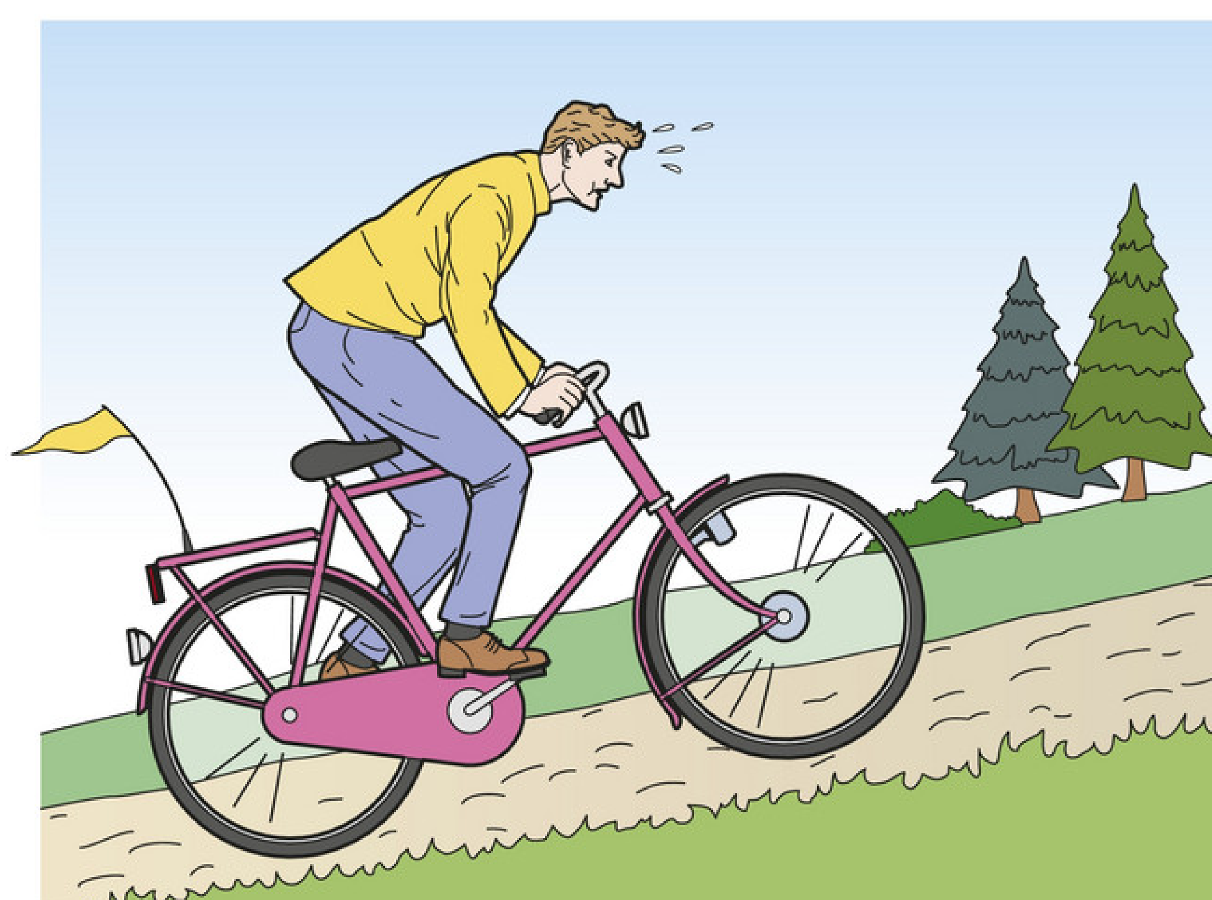
## Remkracht

Om te stoppen, knijp je in de remmen van de fiets. Daardoor worden de remblokjes tegen het wiel geduwd. De remblokjes remmen het wiel af. Het wiel gaat steeds langzamer draaien. De kracht waarmee de fiets wordt afgeremd, noem je de **remkracht**.

Er zijn ook fietsen waarbij je moet remmen met de trappers. Je duwt de trappers dan achteruit. De ketting brengt jouw kracht over naar de rem in de naaf van het achterwiel. Het achterwiel gaat langzamer draaien. Dit is ook remkracht.

## Zwaartekracht

Om een heuvel op te fietsen, heb je extra kracht nodig (afbeelding 15). Dat komt door de zwaartekracht. Bergop is de zwaartekracht een tegenwerkende kracht.



▲ **afbeelding 15**
Bij bergop fietsen werkt de zwaartekracht tegen.

## Opgaven

**46** Wanneer heb je op een rijdende fiets te maken met tegenwerkende krachten?
- ☐ A altijd
- ☐ B alleen bij bergop rijden
- ☐ C alleen bij tegenwind
- ☐ D alleen als de fiets slecht gesmeerd is

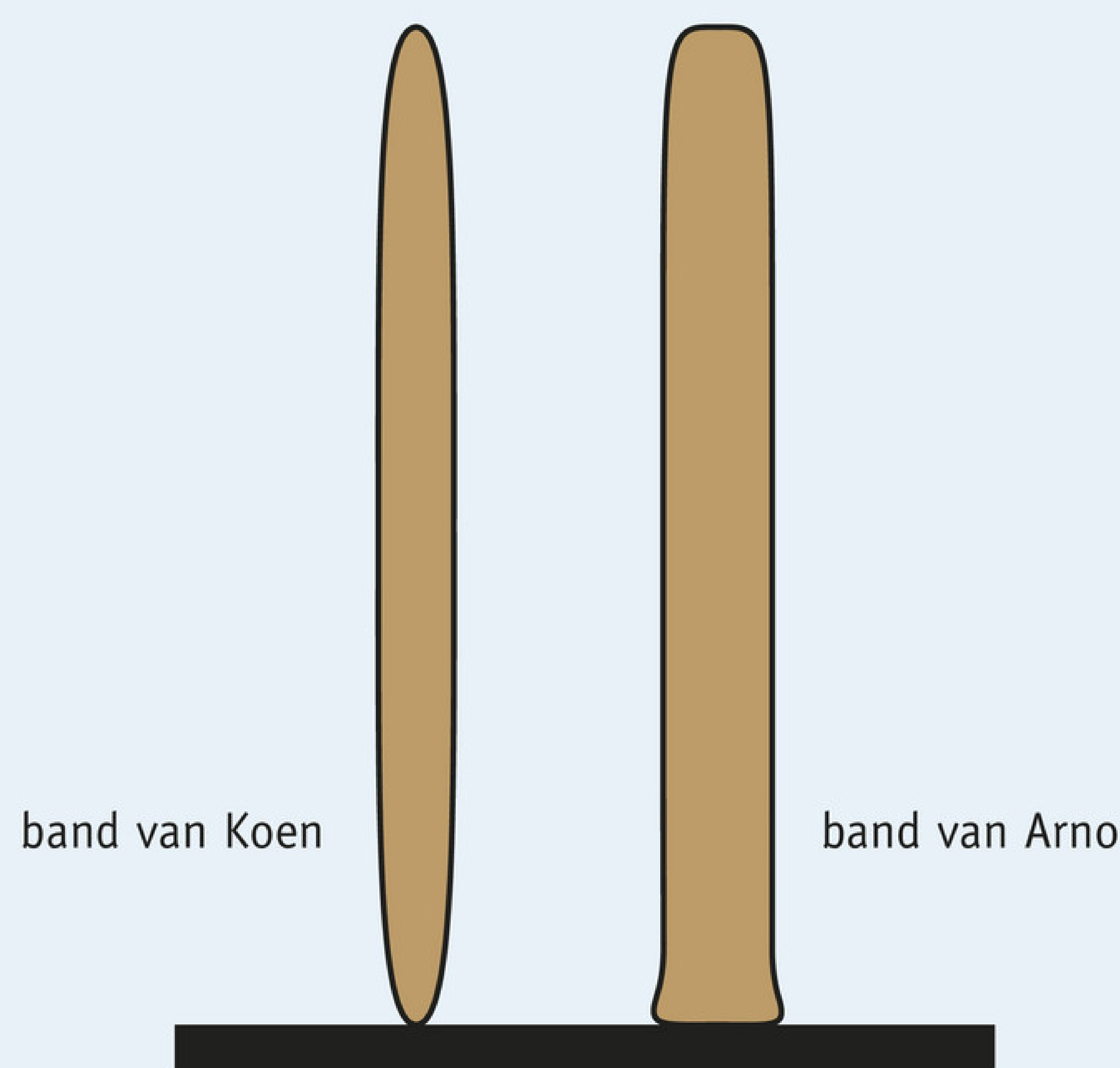
**47** Om op je fiets steeds dezelfde snelheid te houden, heb je WEL / GEEN kracht nodig.

**48** Tegenwerkende krachten remmen je fiets af.
Schrijf drie voorbeelden op van tegenwerkende krachten.

______________________________________________

**49** Wat gebeurt er met de snelheid als de tegenwerkende krachten groter worden dan de meewerkende krachten?
- ☐ A De snelheid wordt groter.
- ☐ B De snelheid verandert niet.
- ☐ C De snelheid wordt kleiner.
- ☐ D De snelheid wordt soms groter en soms kleiner.

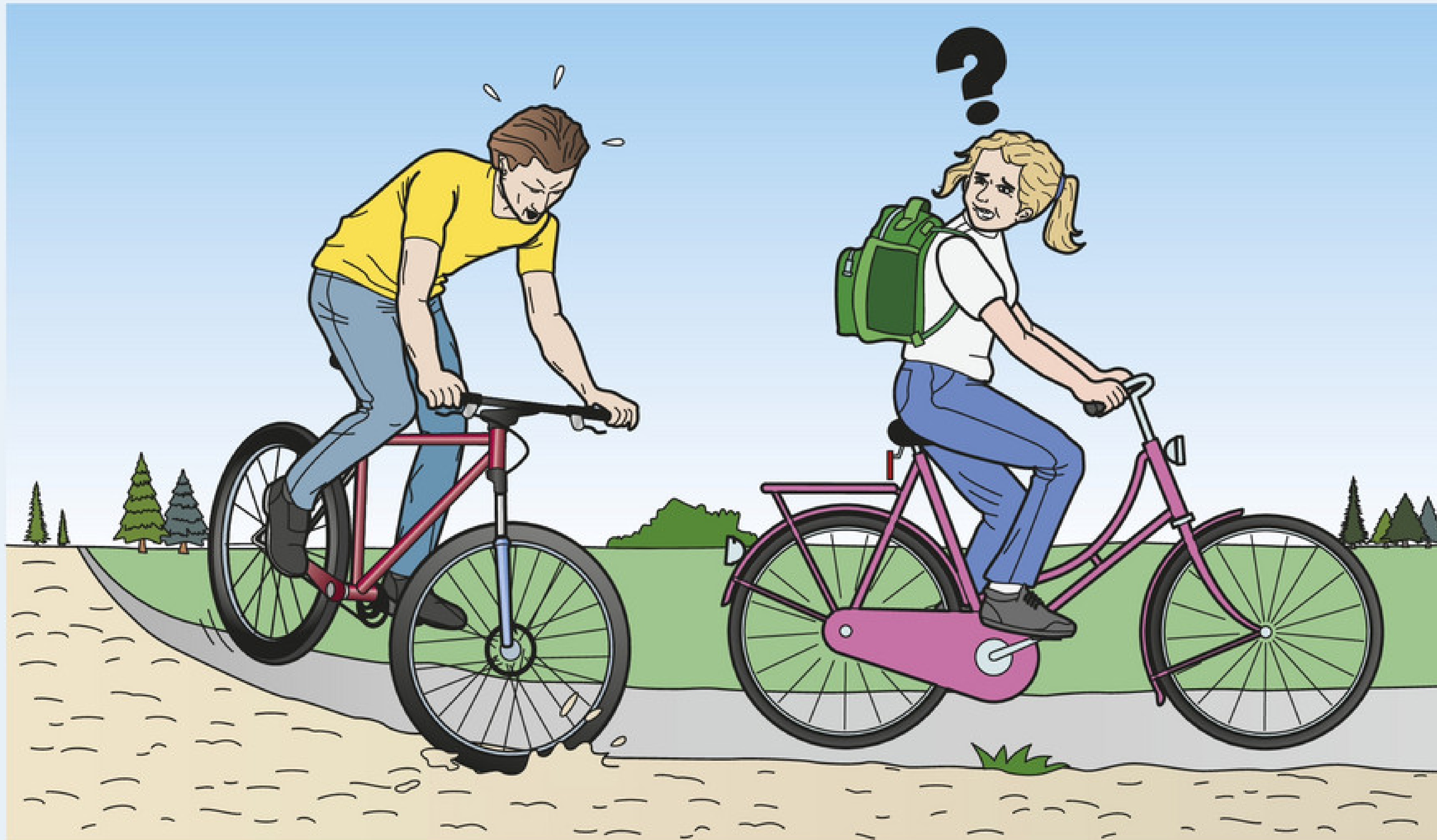
**50** Koen heeft de smalle banden van zijn fiets hard opgepompt. De banden van Arno's fiets zijn breder en zacht (afbeelding 16).
Op het fietspad hebben de banden van Arno een KLEINERE / GROTERE rolwrijving dan de banden van Koen.




▲ **afbeelding 16**
de band van Koen en de band van Arno

**51** Je fietst op een fietspad.
De kleinste kracht om te fietsen heb je nodig met ZACHTE / HARDE banden.

**52** Alexandra en Hans fietsen over een betonnen fietspad. Hans let niet op en fietst plotseling naast het fietspad. Hij komt in los zand terecht (afbeelding 17).
In het zand heeft Hans WEL / NIET meer rolwrijving.
Hans moet nu WEL / NIET harder trappen dan op het fietspad.



▲ **afbeelding 17**
Hans let niet op.

**53** Je gaat op de fiets naar school. Ineens gaat het harder waaien. Je hebt wind mee.
Wat gebeurt er?
- ☐ A De kracht in de rij-richting wordt nu kleiner.
- ☐ B De kracht in de rij-richting wordt nu niet kleiner en niet groter.
- ☐ C De kracht in de rij-richting wordt nu groter.

**54** Als je fietst met wind in de rug, is de luchtwrijving KLEIN / GROOT.

**55** Een fiets die goed gesmeerd is, heeft VEEL / WEINIG rolwrijving.

**56** Op welke manier kun je remkracht uitoefenen op een fiets?
- ☐ A alleen met de remblokjes
- ☐ B alleen met de rem in het achterwiel
- ☐ C met de remblokjes en met de rem in het achterwiel

**57** Wat voor soort kracht is de zwaartekracht als je fietst?
- ☐ A Bergop is de zwaartekracht een tegenwerkende kracht.
- ☐ B Zwaartekracht is altijd een meewerkende kracht.
- ☐ C Zwaartekracht is altijd een tegenwerkende kracht.
- ☐ D Bergaf is de zwaartekracht een tegenwerkende kracht.

**+58** Wanneer is de luchtwrijving bij het fietsen het grootst?
- ☐ A als het niet waait
- ☐ B als je wind mee hebt
- ☐ C als je wind tegen hebt
- ☐ D A, B en C zijn fout, want de luchtwrijving is altijd even groot.

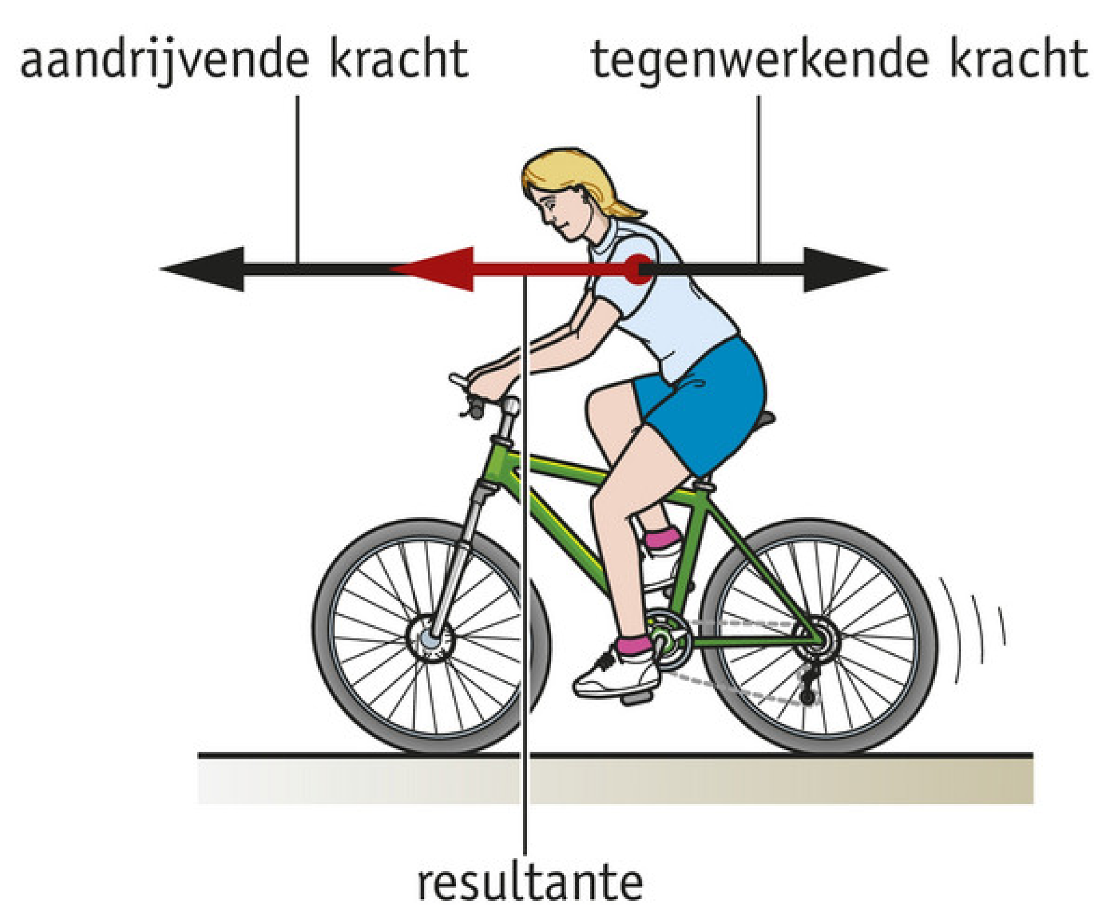
## Versnelde beweging

Je gaat fietsten. Je trapt flink door. De aandrijvende kracht is groter dan de tegenwerkende kracht. Je snelheid wordt steeds groter. Je zegt: de beweging is versneld. Bij een **versnelde beweging** wordt de snelheid steeds groter.

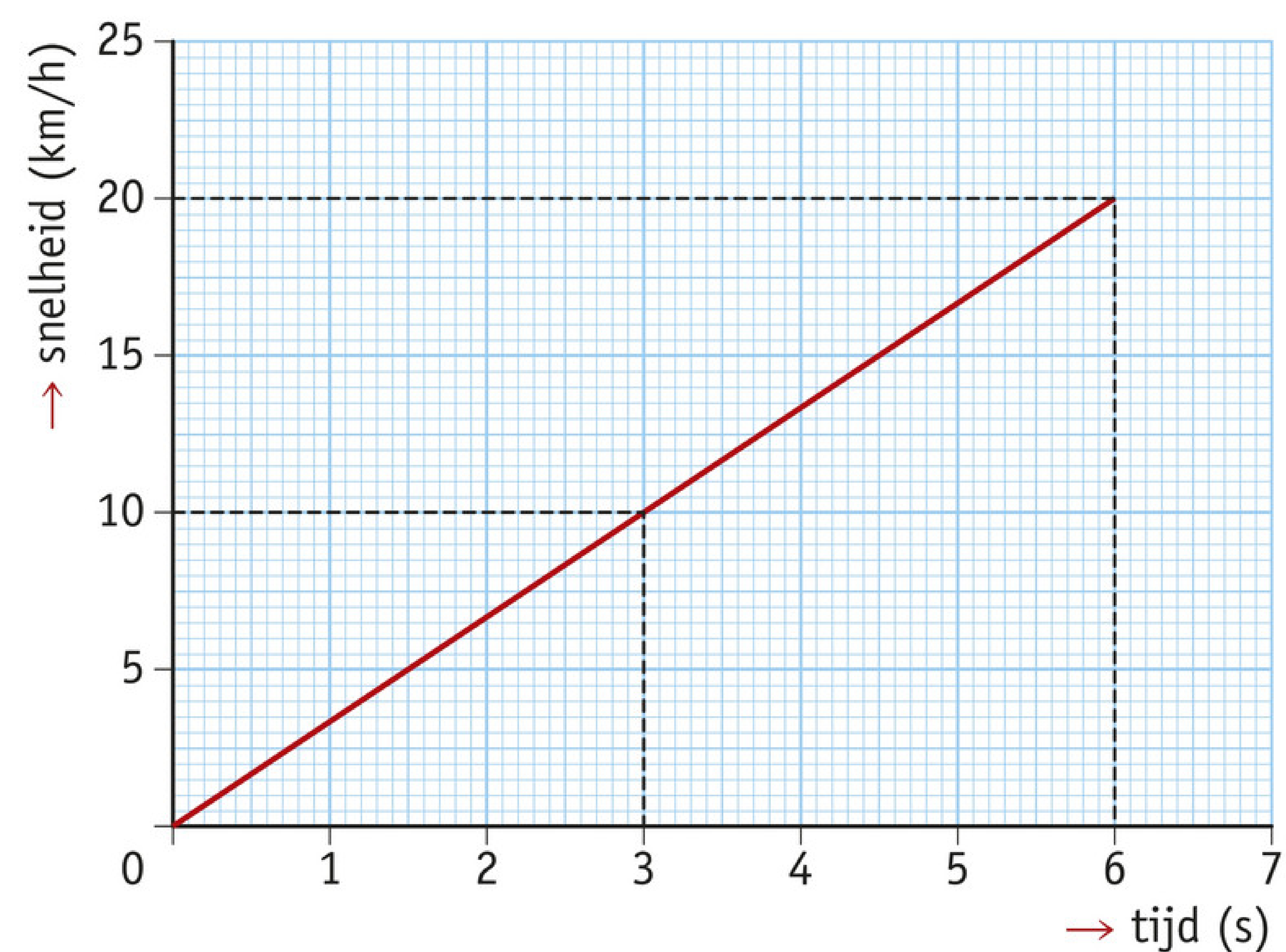
Kijk naar afbeelding 18a. In de tekening staan pijlen. Die pijlen stellen krachten voor. De aandrijvende kracht is de pijl naar voren. De tegenwerkende kracht is de pijl naar achteren. De aandrijvende kracht is groter dan de tegenwerkende kracht. Dat kun je zien aan de lengte van de pijlen.

Het verschil tussen die twee krachten noem je de **resultante**. De resultante is het resultaat van alle krachten die werken. In afbeelding 18a zie je de resultante als een rode pijl. De pijl van de resultante wijst in de **rij-richting**. De snelheid wordt steeds groter.

Een ander woord voor resultante is **netto-kracht**. Bij een versnelde beweging heb je een netto-kracht in de rij-richting.




(a) krachten bij een versnelde beweging




(b) de grafiek van een versnelde beweging

▲ **afbeelding 18**
krachten op je fiets

Van een versnelde beweging kun je een grafiek tekenen. Die grafiek zie je in afbeelding 18b.

- De horizontale as noem je de **tijd-as**. Op de tijd-as staat de tijd in seconden.
- De verticale as noem je de **snelheid-as**. Op de snelheid-as staat de snelheid in km/h.

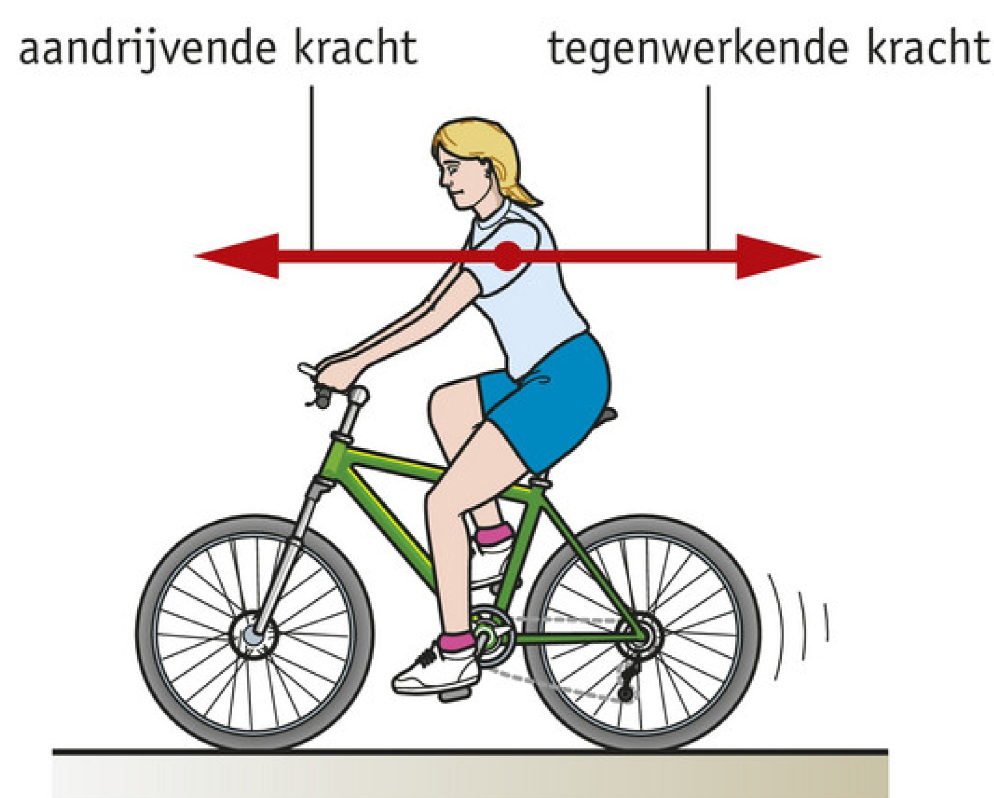
De grafiek begint in het punt (0,0). In het punt (0,0) is de tijd 0 s en de snelheid 0 km/h. De rode lijn geeft aan hoe groot de snelheid is.
Na 3 seconden is de snelheid 10 km/h.
Na 6 seconden is de snelheid 20 km/h.

## Eenparige beweging

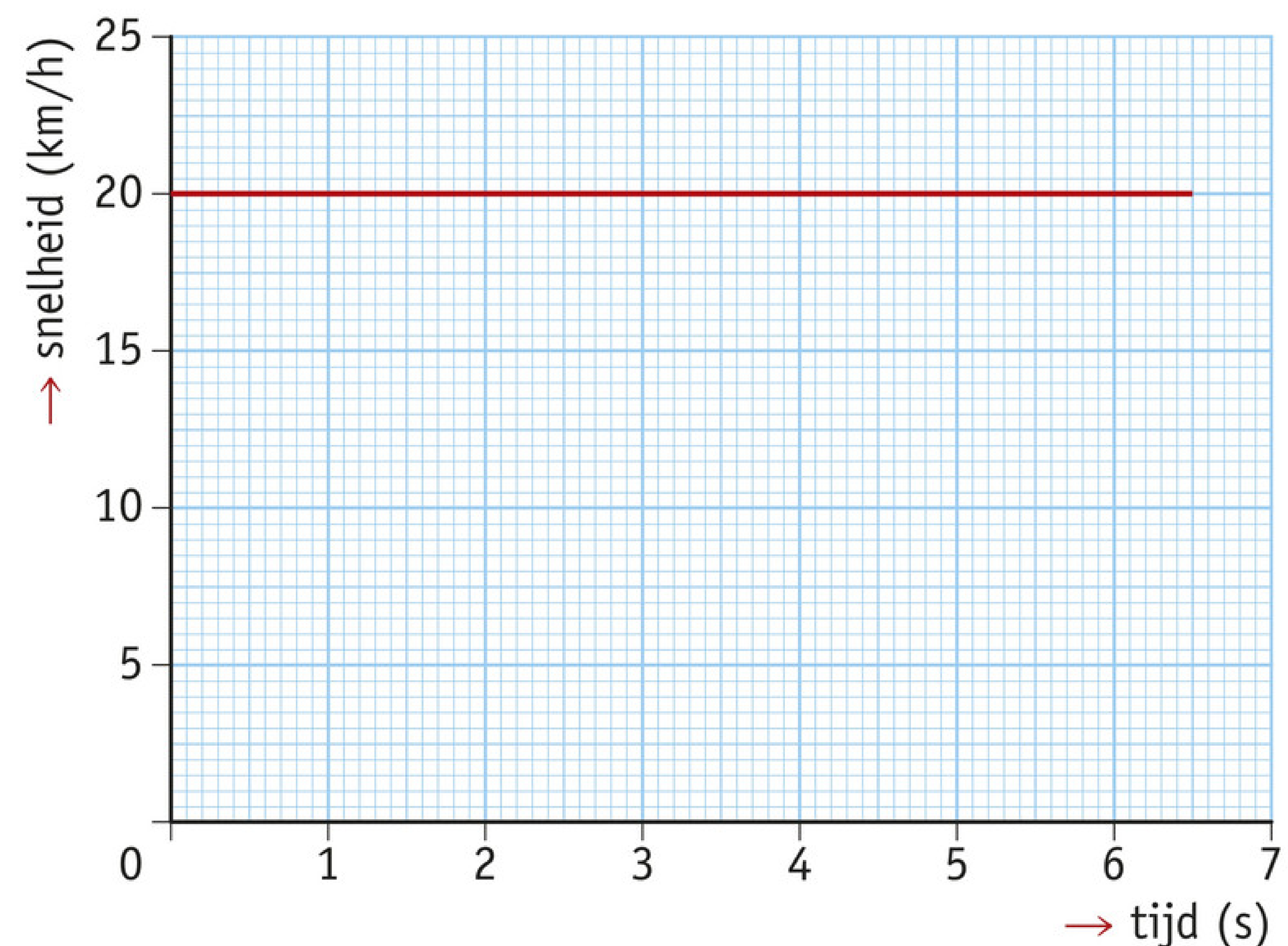
Je trapt nu precies zo hard, dat je snelheid niet meer verandert. Als je snelheid niet verandert, noem je de beweging eenparig. Bij een **eenparige beweging** blijft de snelheid steeds hetzelfde.

De aandrijvende kracht is even groot als de tegenwerkende kracht (afbeelding 19). Dat kun je zien, omdat de pijlen even lang zijn. De netto-kracht is nul.

Bij een eenparige beweging is de netto-kracht altijd nul. Ook als je stilstaat, is de netto-kracht nul.




ⓐ krachten bij een eenparige beweging




ⓑ de grafiek van een eenparige beweging

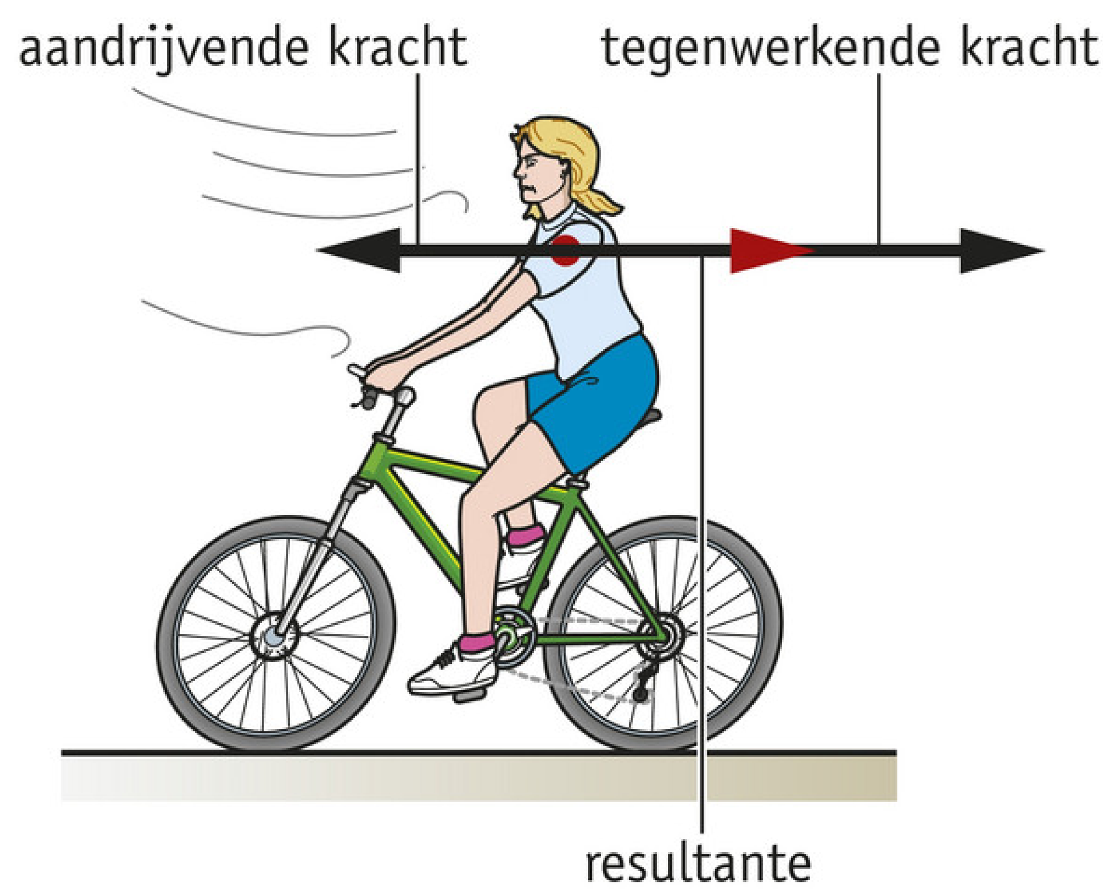
▲ **afbeelding 19**
krachten op je fiets

## Vertraagde beweging

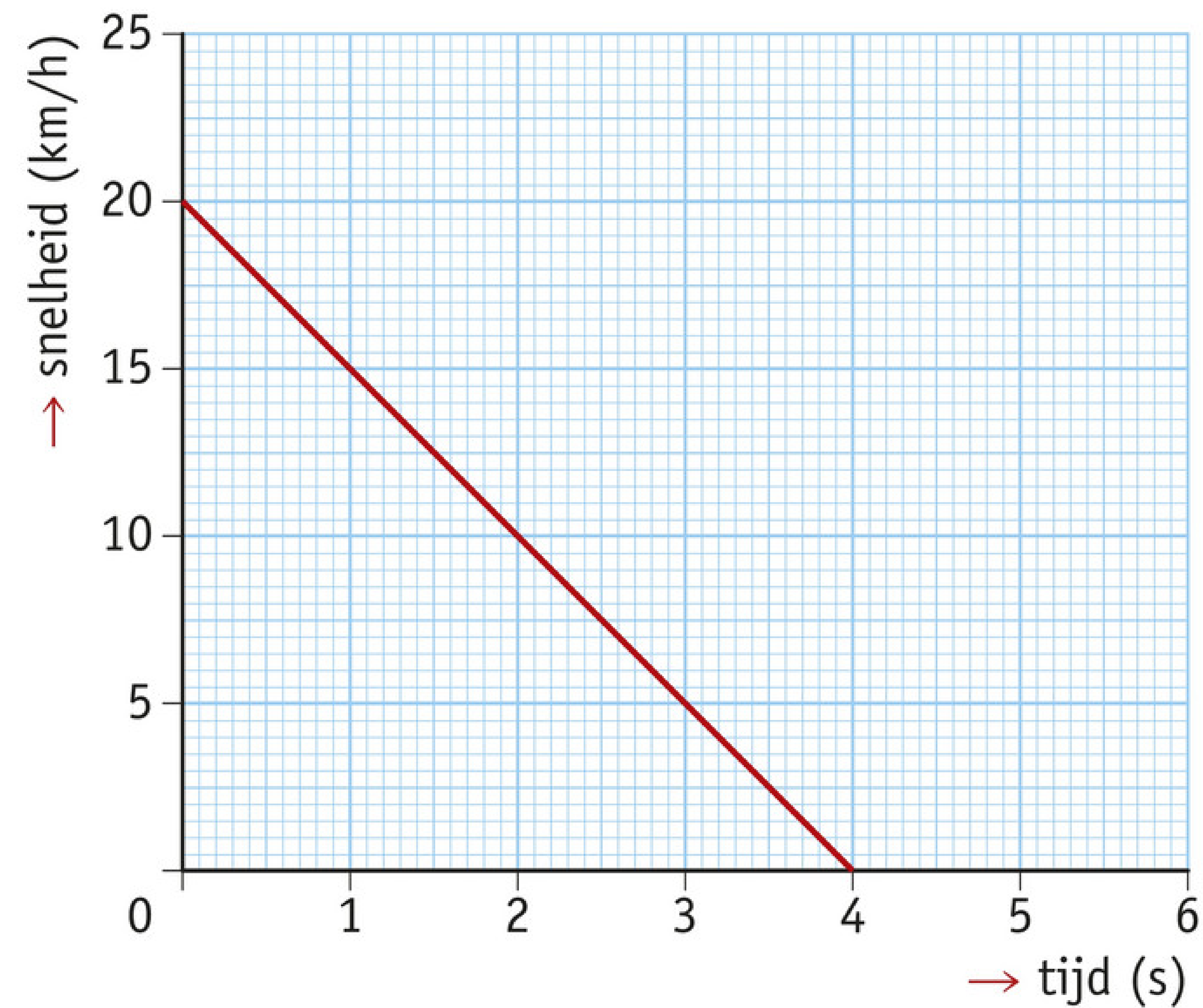
Je gaat nu remmen. Je remt zo hard mogelijk (afbeelding 20a op pagina 84). De tegenwerkende kracht wordt groter dan de aandrijvende kracht. Dat kun je zien, want de pijl naar achteren is langer dan de pijl in de rij-richting. Op je fiets werkt nu een netto-kracht tegen de rij-richting in.

Je snelheid wordt steeds kleiner. Je zegt: de beweging is vertraagd. Bij een **vertraagde beweging** wordt de snelheid steeds kleiner.

Je hebt nu een netto-kracht tegen de rij-richting in. In de grafiek kun je aflezen na hoeveel seconden je stilstaat (afbeelding 20b). Na 4 seconden sta je stil.




ⓐ krachten bij een vertraagde beweging




ⓑ de grafiek van een vertraagde beweging

▲ **afbeelding 20**
krachten op je fiets

## Opgaven

**59** Het verschil tussen aandrijvende kracht en tegenwerkende kracht noem je WEL / NIET de resultante.

**60** Een ander woord voor resultante is ______________________ .

**61** Vul de zinnen aan met de juiste woorden.
Kies uit: *grafiek – horizontale – kilometer per uur – seconden – verticale*.

Van een versnelde beweging kun je een ____________________________ tekenen.

De tijd-as is de ____________________________ as. Op de tijd-as staat de tijd in

____________________________ . De snelheid-as is de ____________________________ as.

Op de snelheid-as staat de snelheid in ____________________________ .

**62** Enrico rijdt op zijn nieuwe scooter. Hij rijdt met een snelheid van 40 km/h.
Zijn snelheid verandert niet.
Hoe noem je een beweging waarbij de snelheid niet verandert?
- ☐ A een eenparige beweging
- ☐ B een blijvende beweging
- ☐ C dezelfde beweging
- ☐ D een maximum-snelheid

**63** De netto-kracht is 0 N.
Wat weet je nu van de snelheid?
- ☐ A De snelheid wordt groter.
- ☐ B De snelheid verandert niet.
- ☐ C De snelheid wordt kleiner.
- ☐ D De snelheid wordt nul.

**64** Hafid stapt op zijn scooter en geeft gas. De scooter begint te rijden en zijn snelheid wordt groter.
Hoe noem je een beweging waarbij de snelheid groter wordt?
- ☐ A een optrekkende beweging
- ☐ B een versnelde beweging
- ☐ C een eenparige beweging
- ☐ D een aanhoudende beweging

**65** Hafid moet ineens afremmen. Hij remt zo snel mogelijk. Zijn snelheid wordt kleiner.
Hoe noem je een beweging waarbij de snelheid kleiner wordt?
- ☐ A een stoppende beweging
- ☐ B een langzame beweging
- ☐ C een vertraagde beweging
- ☐ D een ingehouden beweging

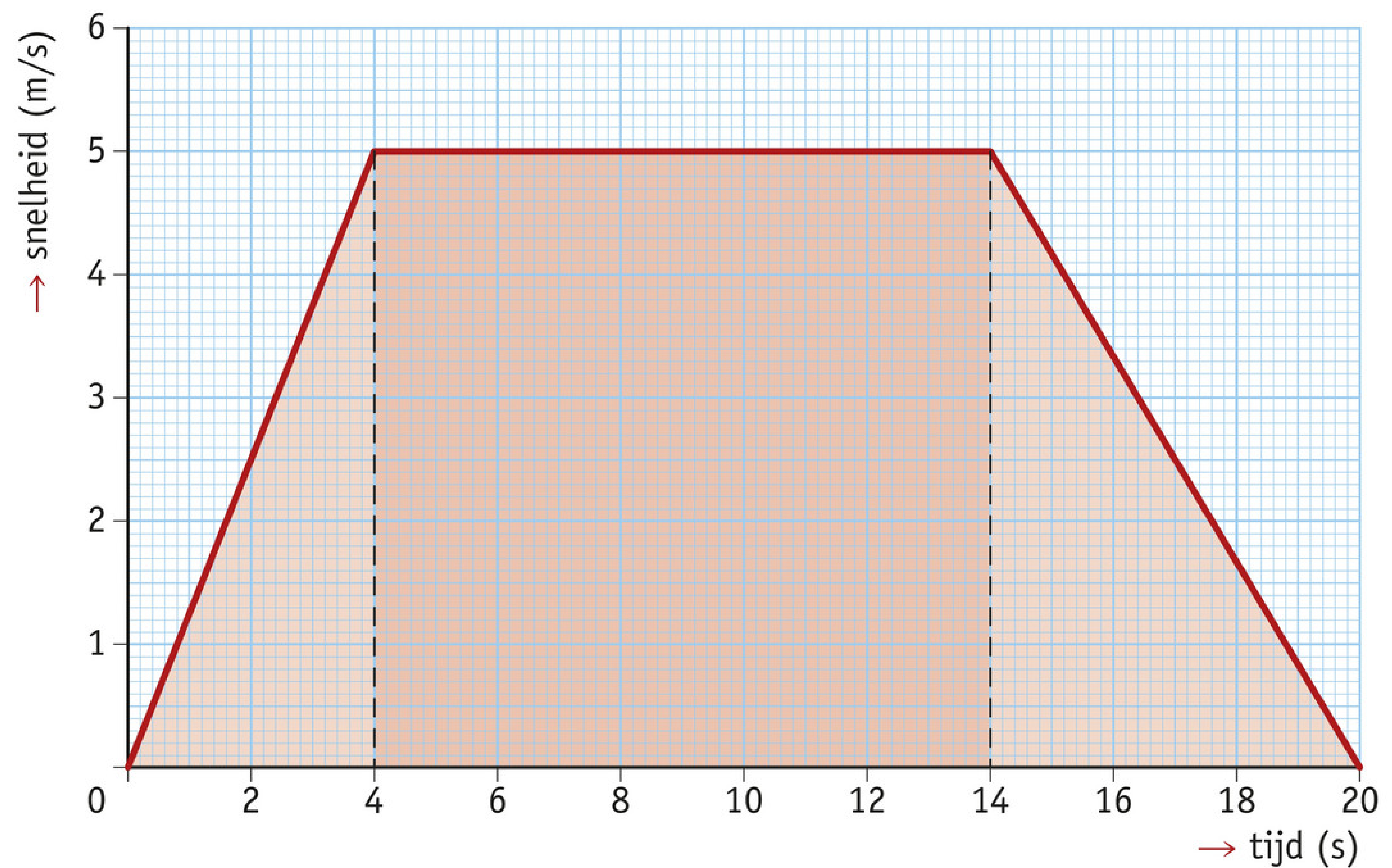
**66** Hafid remt, totdat hij stilstaat.
Wat weet je van de netto-kracht als Hafid stilstaat?
- ☐ A Er is een netto-kracht in de rij-richting.
- ☐ B Er is een netto-kracht tegen de rij-richting in.
- ☐ C Er zijn twee netto-krachten.
- ☐ D De netto-kracht is nul.

**67** Hafid wil weer verder rijden. Hij geeft gas en de scooter trekt op.
Wat gebeurt er?
- ☐ A De aandrijvende kracht is nu kleiner dan de tegenwerkende kracht.
- ☐ B De aandrijvende kracht is nu even groot als de tegenwerkende kracht.
- ☐ C De aandrijvende kracht is nu groter dan de tegenwerkende kracht.
- ☐ D De aandrijvende kracht is nu groter of kleiner dan de tegenwerkende kracht. Het ligt eraan hoe snel Hafid optrekt.

**68** Josien rijdt van school naar huis. Het laatste stuk vindt ze altijd het fijnst.
De weg loopt dan bergaf.
Waarom vindt Josien dit stukje zo fijn?
- ☐ A Bergaf heb je geen remkracht nodig.
- ☐ B Bergaf heb je minder remkracht nodig.
- ☐ C Bergaf heb je een meewerkende kracht door de zwaartekracht.
- ☐ D Bergaf heb je niet zo'n hoge snelheid.

## Snelheid,tijd-diagram

De grafieken in afbeelding 18, 19 en 20 noem je een **snelheid,tijd-diagram**. In een snelheid,tijd-diagram kun je de snelheid en de tijd aflezen. Je kunt ook verschillende bewegingen tekenen in één grafiek. Dat zie je in afbeelding 21. Dit is het snelheid,tijd-diagram van een auto in de file.




▲ **afbeelding 21**
snelheid,tijd-diagram van een auto in de file

De eerste 4 seconden trekt de auto op, omdat de file iets vooruitgaat. Van 0 s tot 4 s loopt de grafiek omhoog. Je zegt: de grafiek is een **stijgende lijn**. Bij een stijgende lijn wordt de snelheid van de auto steeds groter. De beweging is versneld.

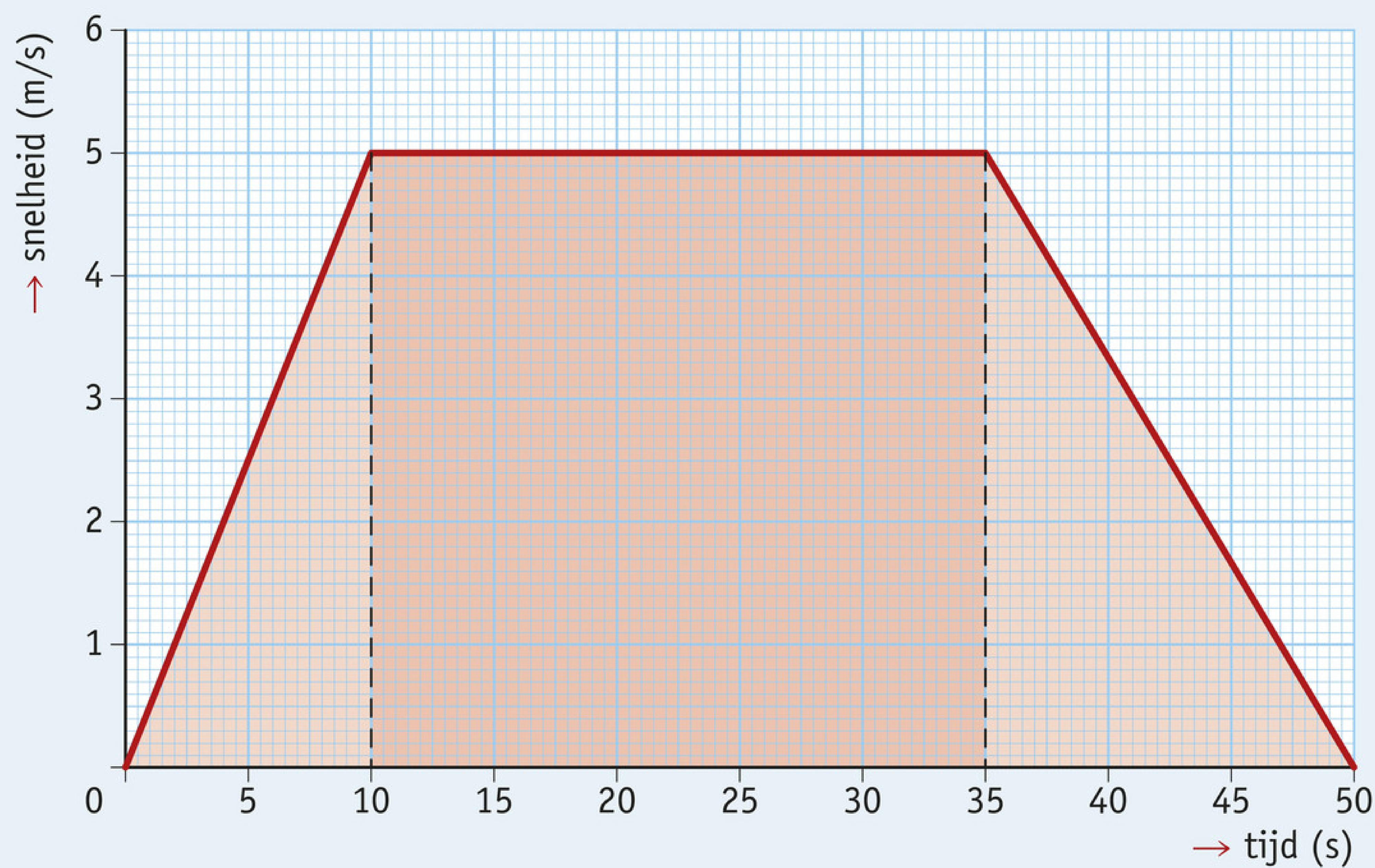
Van 4 s tot 14 s rijdt de auto langzaam door. De auto rijdt de hele tijd met een snelheid van 5 m/s. De grafiek is een **horizontale lijn**. De snelheid verandert niet. De beweging is eenparig.

Van 14 s tot 20 s is de grafiek een **dalende lijn**. De snelheid van de auto wordt steeds kleiner. Bij een dalende lijn wordt de snelheid steeds kleiner. De beweging is vertraagd.

Bij 20 s staat de auto weer stil.

## Opgaven

Opgave 69 tot en met 81 gaan over afbeelding 22.




▲ **afbeelding 22**
een snelheid,tijd-diagram

**69** Kijk naar de grafiek in afbeelding 22.
Van 0 tot 10 seconden loopt de grafiek omhoog.

Je zegt: de grafiek __________ .

**70** Van 0 tot 10 seconden wordt de snelheid groter.
Hoe zeg je dit in de natuurkunde?
- ☐ A De beweging is vertraagd.
- ☐ B De beweging is eenparig.
- ☐ C De beweging is versneld.

**71** Van 10 tot 35 seconden loopt de grafiek horizontaal. De snelheid verandert dan niet.
Hoe zeg je dit in de natuurkunde?
- ☐ A De beweging is eenparig.
- ☐ B De beweging is versneld.
- ☐ C De beweging is vertraagd.

**72** Van 35 tot 50 seconden loopt de grafiek omlaag.

Je zegt: de grafiek __________ .

**73** Van 35 tot 50 seconden wordt de snelheid ___________ .

**74** De snelheid van een beweging wordt kleiner.
Hoe zeg je dit in de natuurkunde?
- ☐ A De beweging is eenparig.
- ☐ B De beweging is versneld.
- ☐ C De beweging is vertraagd.

**75** Hoe lang duurt de versnelde beweging?

______________________________

**76** Na hoeveel seconden begint de eenparige beweging?
- ☐ A na 0 seconden
- ☐ B na 10 seconden
- ☐ C na 35 seconden
- ☐ D na 50 seconden

**77** Hoe lang duurt de vertraagde beweging?

______________________________

**78** Hoe groot is de snelheid na 25 seconden?

______________________________

**79** Hoe groot is de snelheid na 35 seconden?

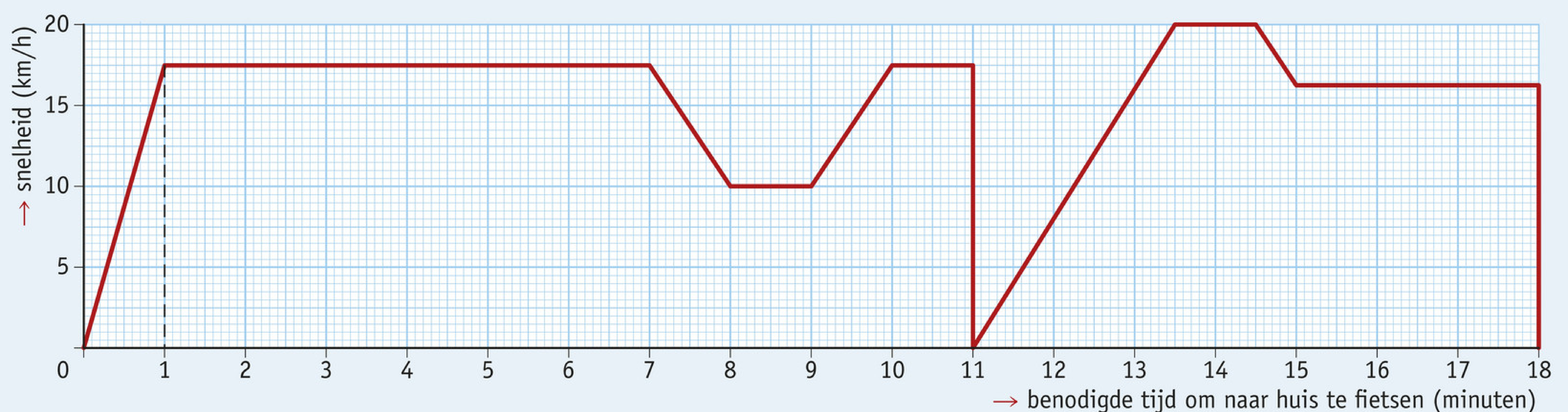
______________________________

**80** Na hoeveel seconden is de snelheid 2,5 m/s?

na ______ s en na __________ s

**81** Wanneer is de aandrijvende kracht groter dan de tegenwerkende kracht?
- ☐ A van 0 tot 10 s
- ☐ B van 10 tot 35 s
- ☐ C van 35 tot 50 s
- ☐ D zolang de fiets rijdt

Opgave 82 tot en met 93 gaan over afbeelding 23.




▲ **afbeelding 23**
Suzanne fietst in 18 minuten van school naar huis.

**82** Je ziet een grafiek van de fiets-tocht van Suzanne.
Hoeveel tijd heeft Suzanne nodig om op snelheid te komen?
- ☐ A 0,5 minuut
- ☐ B 1 minuut
- ☐ C 1,5 minuut
- ☐ D 2 minuten

**83** Hoe groot is haar snelheid van de eerste tot de zevende minuut?

______________________________________________________________

**84** Van de eerste tot de zevende minuut is de snelheid eenparig.
Hoe zie je in de grafiek dat de snelheid eenparig is?
De grafiek loopt dan WEL / NIET horizontaal.

**85** De Kerkheuvel en de Hoogstraat zijn twee straten op de route. Deze straten lopen bergop. De snelheid wordt steeds kleiner als Suzanne daar fietst.

Je zegt: de beweging is ________________ .

**86** Hoe kun je dat zien aan de grafiek?
- ☐ A De grafiek blijft horizontaal.
- ☐ B De grafiek daalt.
- ☐ C De grafiek stijgt.

**87** Op de Kerkheuvel wordt de snelheid kleiner.
De aandrijvende kracht is daar GROTER / KLEINER dan de tegenwerkende kracht.

**88** Hoe groot is de snelheid na 8 minuten? ____________

**89** Welk soort beweging heb je van 9 minuten tot 10 minuten?
- ☐ A een vertraagde beweging
- ☐ B een eenparige beweging
- ☐ C een versnelde beweging
- ☐ D geen beweging

**90** De aandrijvende kracht tussen 9 en 10 minuten is GROTER / KLEINER dan de tegenwerkende kracht.

**91** Hoe groot is de snelheid na 16 minuten? _____ km/h

**92** Na hoeveel minuten is Suzanne thuis? na _____ minuten

**93** Welke krachten werken er als je op je fiets stapt en wegrijdt?
- ☐ A alleen aandrijvende krachten
- ☐ B aandrijvende krachten en tegenwerkende krachten
- ☐ C alleen tegenwerkende krachten

## Onthouden!

Meewerkende krachten zijn:
- aandrijvende kracht
- zwaartekracht (bergaf)
- wind mee

Tegenwerkende krachten zijn:
- rolwrijving
- luchtwrijving
- zwaartekracht (bergop)
- remkracht

Het verschil tussen twee krachten is de resultante.
Een ander woord voor resultante is netto-kracht.

De grafiek van de snelheid noem je een snelheid,tijd-diagram.

Bij een netto-kracht in de rij-richting wordt de snelheid groter.
Je hebt een versnelde beweging.
De grafiek is een stijgende lijn.

Als de netto-kracht nul is, blijft de snelheid gelijk.
Je hebt een eenparige beweging.
De grafiek is een horizontale lijn.

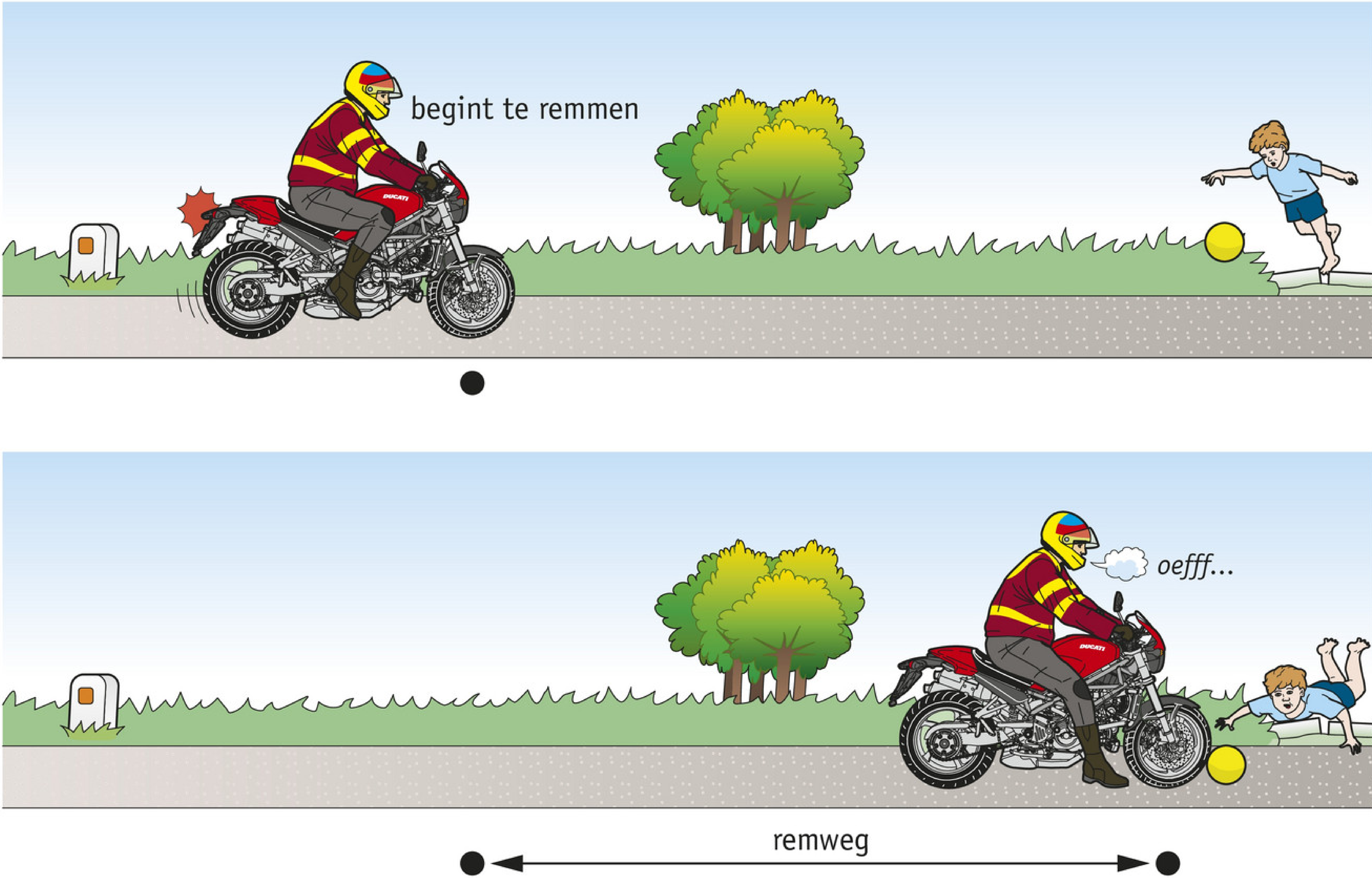
Bij een netto-kracht tegen de rij-richting wordt de snelheid kleiner.
Je hebt een vertraagde beweging.
De grafiek is een dalende lijn.

# 4 Verkeer

In het verkeer is veiligheid belangrijk. Je kunt op verschillende manieren voor veiligheid zorgen. Eén manier is ervoor zorgen dat je op tijd kunt stoppen.

## Remweg

Kijk naar afbeelding 24. De motor-rijder rijdt langzaam door de straat. Hij ziet de jongen met de voetbal en hij begint te remmen. Binnen enkele meters staat hij stil. Deze afstand noem je de **remweg**. De remweg is de afstand die nodig is om te remmen tot je stilstaat.




▶ **afbeelding 24** de remweg

Als de motor-rijder harder rijdt, legt hij een grotere afstand af voordat hij stilstaat. De remweg is langer als de snelheid groter is. In tabel 1 kun je zien hoe de remweg van een motor afhangt van de snelheid. Hoe hoger de snelheid, hoe langer de remweg.

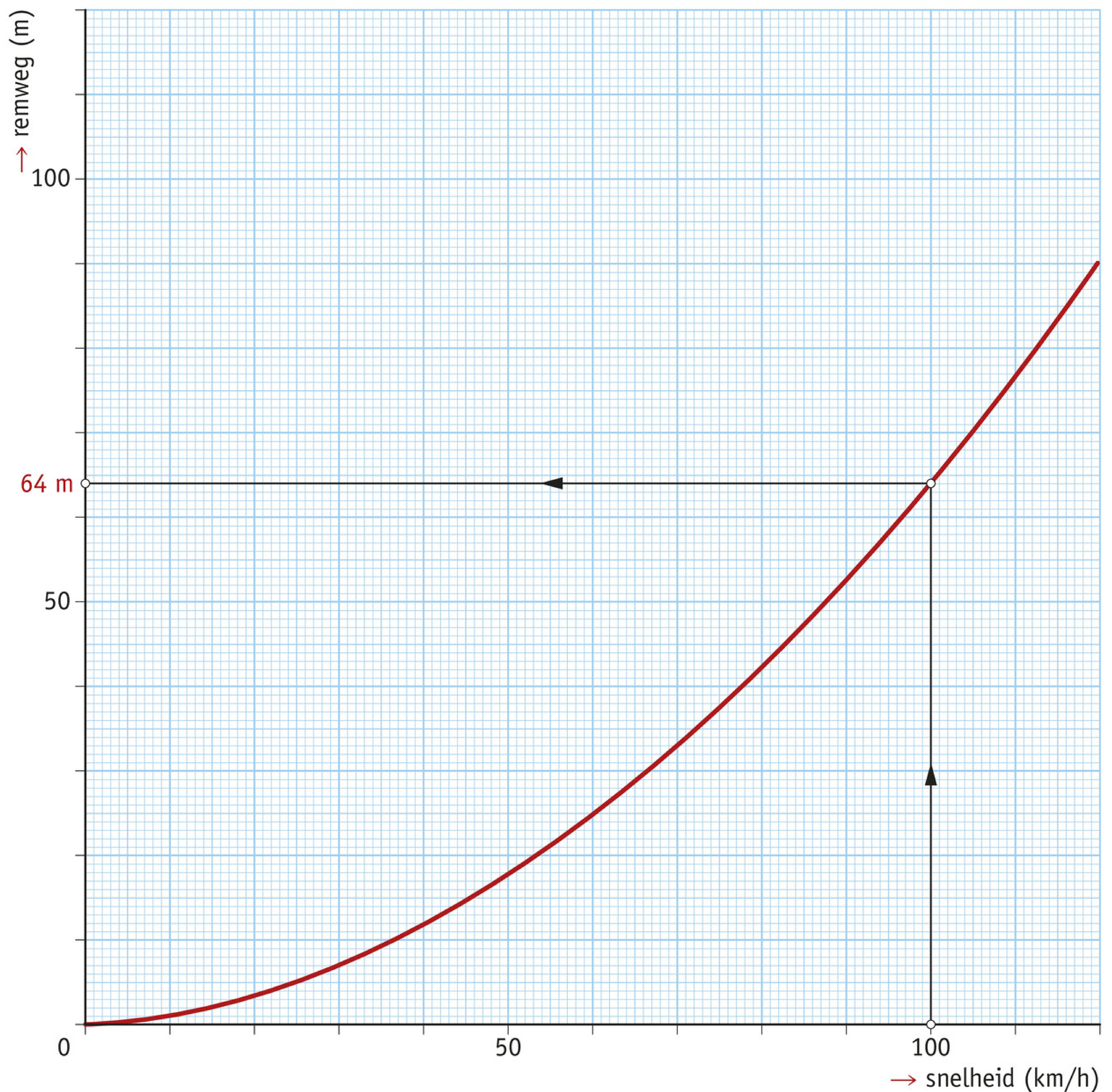
De remweg is gemeten bij verschillende snelheden van de motor. De snelheid staat in kilometer per uur (km/h). De remweg staat in meters (m).

▼ **tabel 1** De remweg hangt af van de snelheid.

| snelheid | remweg |
|---|---|
| 10 km/h | 1 m |
| 20 km/h | 3 m |
| 30 km/h | 7 m |
| 40 km/h | 12 m |
| 50 km/h | 18 m |
| 60 km/h | 25 m |

Met de gegevens uit tabel 1 kun je een grafiek maken. Die grafiek zie je in afbeelding 25. De grafiek is een gebogen lijn zonder scherpe hoek. Zo'n lijn noem je een **vloeiende lijn**.

In de grafiek kun je ook voor andere snelheden aflezen hoe lang de remweg is. Bijvoorbeeld bij 100 km/h. In de grafiek lees je af: bij 100 km/h is de remweg 64 m.




▲ **afbeelding 25**
De remweg van een motor hangt af van de snelheid.



▲ **afbeelding 26**
Goede banden hebben een goed profiel.

De remweg hangt af van de snelheid. De remweg hangt ook af van andere dingen:

- de remmen
  Met goede remmen is de remweg kort. Als de remmen slecht werken, is de remweg langer.
- de massa
  Je zit alleen op je fiets. Je remt en staat vlug stil. Met iemand achterop sta je niet zo vlug stil. Dat komt door de grotere massa op je fiets. De remweg wordt groter als de massa groter is.
- de weg en de banden
  De remweg is langer als de weg glad is door regen, sneeuw of ijzel. De remweg is ook langer als de banden glad zijn. Met goede banden heb je een korte remweg. De banden van auto's en scooters moeten een goed profiel hebben (afbeelding 26).

## Opgaven

**94** In tabel 1 staat: remweg (m).

m betekent: ___________

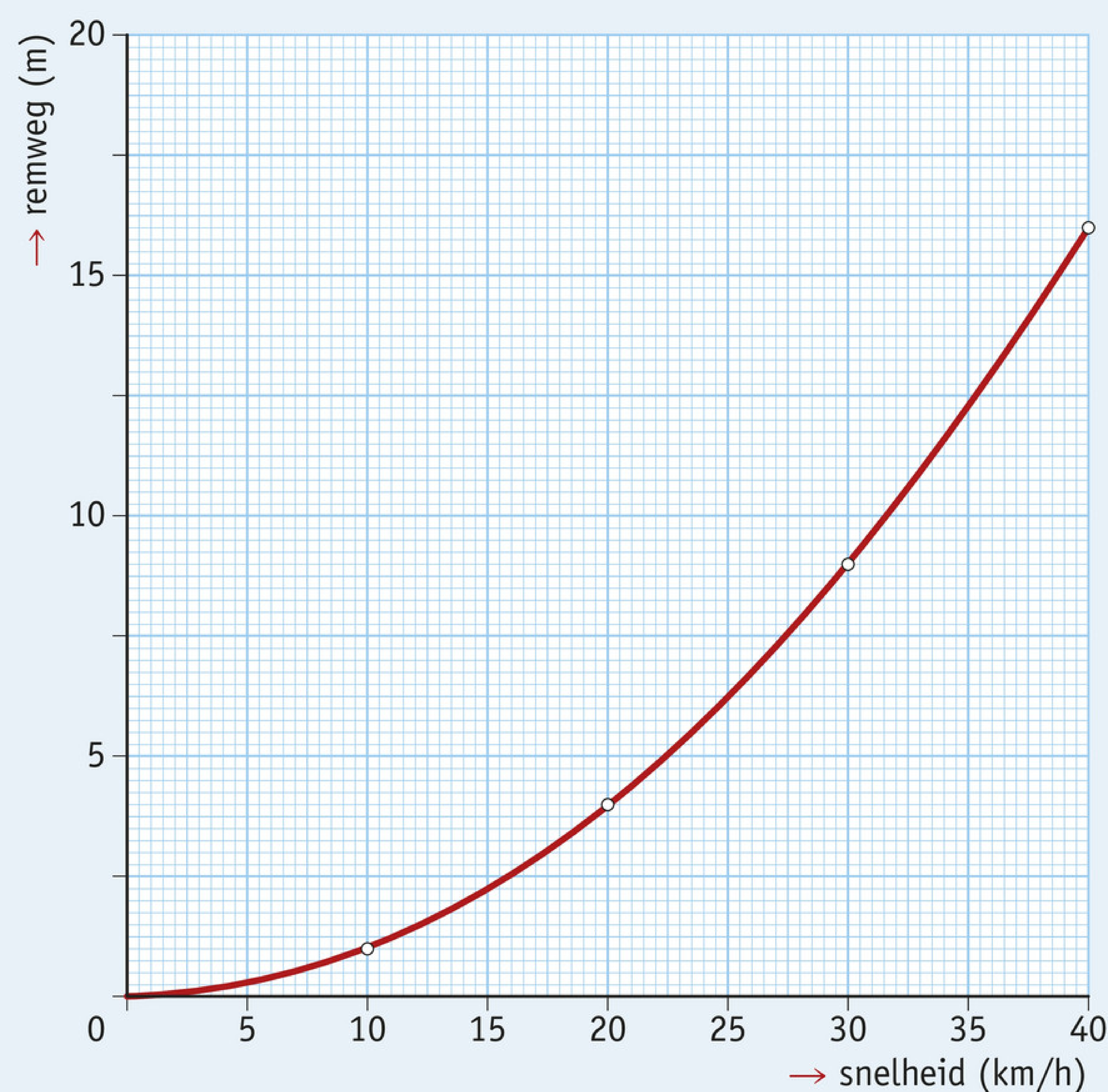
**95** Wat is de remweg in het verkeer?

- ☐ A de afstand die je hebt afgelegd voordat je remt
- ☐ B de afstand die je nodig hebt om te remmen tot je stilstaat
- ☐ C de weg waarop je remspoor te zien is
- ☐ D het remspoor dat je achterlaat

**96** In het verkeer is de remweg WEL / NIET altijd even lang.

In opgave 97 tot en met 100 oefen je met het lezen en tekenen van grafieken.

**97** Voor een scooter is een remtest gedaan. Van de metingen is een grafiek getekend (afbeelding 27).
Bij 40 km/h is de remweg WEL / NIET 16 m.




▲ **afbeelding 27**
de remtest voor een scooter

**98** Hoe groot is de remweg van de scooter bij 20 km/h?

__________________

**99** Hoe groot is de remweg van de scooter bij 30 km/h?

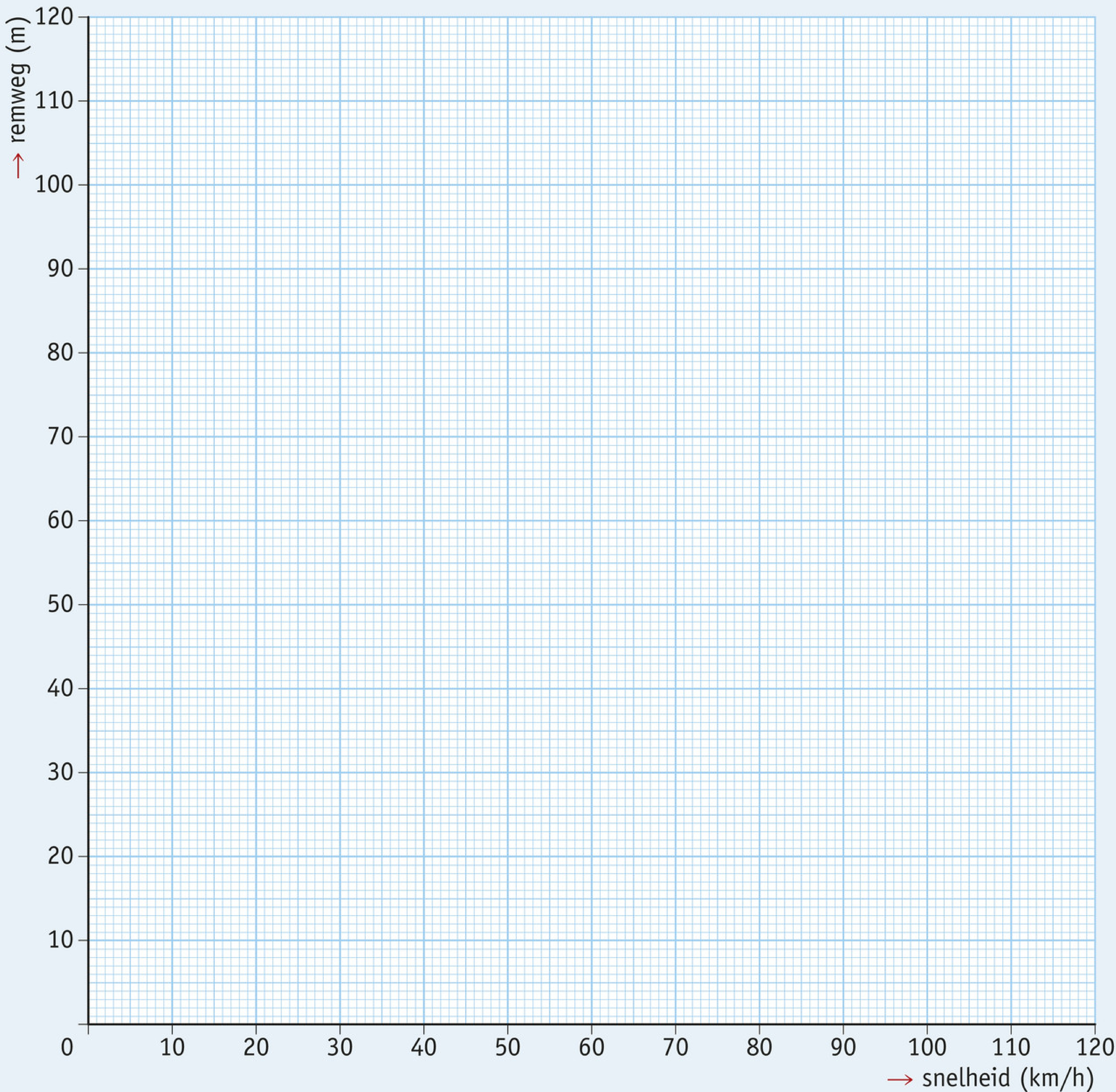
__________________

**+100** Met een bus is een remtest gedaan. De meet-gegevens staan in tabel 2.
Teken in afbeelding 28 de grafiek van de remweg van de bus.

**Let op!**
De grafiek is een vloeiende lijn.

| snelheid | remweg |
|---|---|
| 20 km/h | 3,5 m |
| 40 km/h | 14 m |
| 60 km/h | 31 m |
| 80 km/h | 55 m |
| 100 km/h | 86 m |
| 120 km/h | 124 m |

▶ **tabel 2** de remtest van een bus




▲ **afbeelding 28**
Teken hier de grafiek van de remweg van de bus.

**101** Een auto heeft slechte banden. De auto moet plotseling remmen.
De remweg is nu WEL / NIET langer dan wanneer de auto nieuwe banden heeft.

**102** Nieuwe autobanden hebben WEINIG / VEEL profiel.

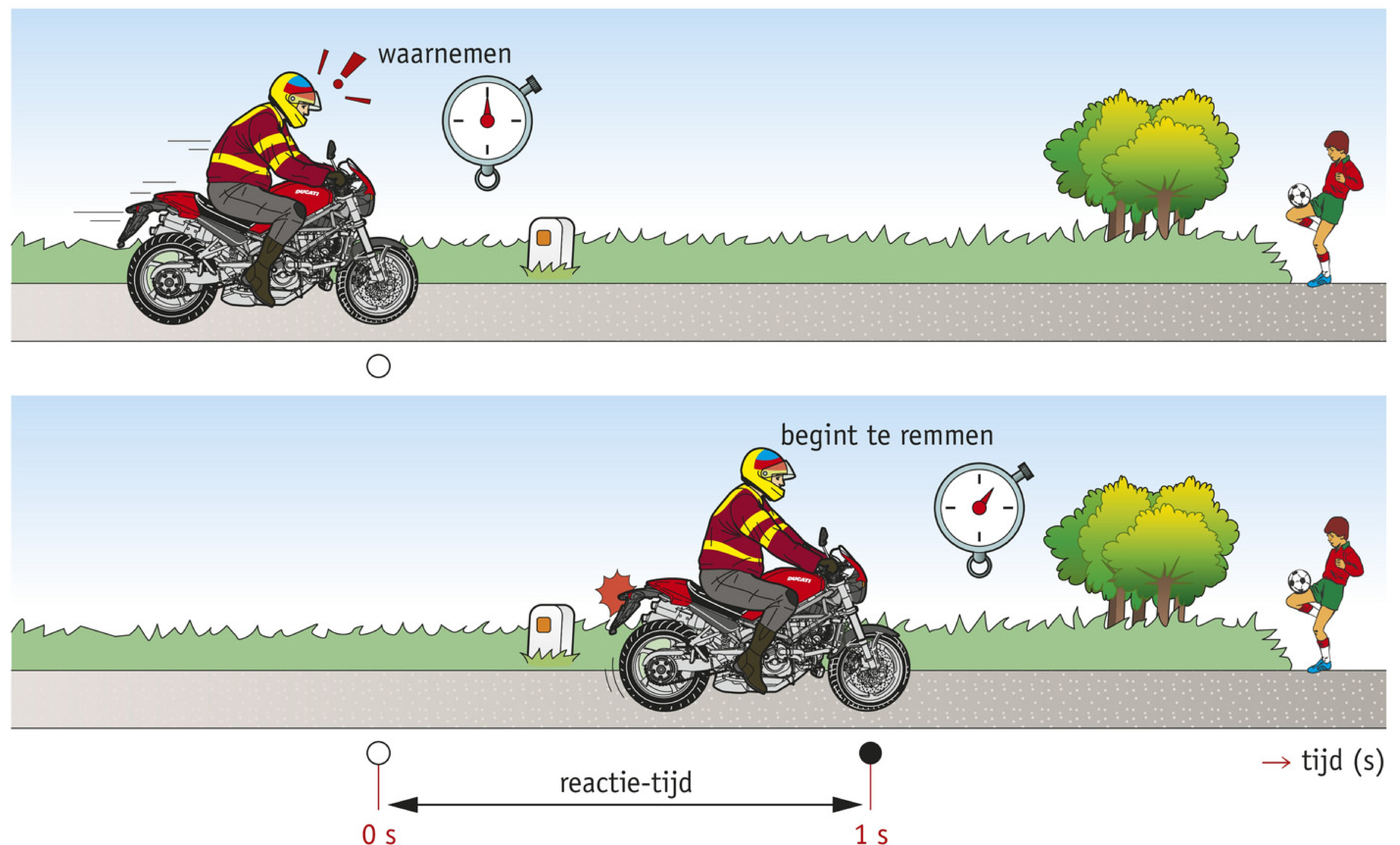
**103** Je fietst van school naar huis. De fiets van je vriend is kapot en hij zit bij jou achter op de fiets.
De massa is nu WEL / NIET groter dan wanneer je alleen op de fiets zit.
Als je nu moet remmen, is je remweg KORTER / LANGER.

## Reactie-tijd

Kijk naar afbeelding 29. De motor-rijder ziet de jongen met de voetbal voor zich op de weg. Hij denkt: hier moet ik voor remmen. Dat duurt 1 seconde. Daarna begint hij te remmen.

Het duurt dus 1 s voor de motor-rijder begint met remmen. Die tijd noem je de **reactie-tijd**. De reactie-tijd is de tijd tussen waarnemen en beginnen met remmen.

Bij de motor-rijder in afbeelding 29 is de reactie-tijd 1 s. Nu maar hopen dat hij op tijd stilstaat! Dat hangt af van zijn snelheid, de massa en de werking van de remmen.




▲ **afbeelding 29**
In de reactie-tijd leg je nog een afstand af.

Naar de reactie-tijd in het verkeer is onderzoek gedaan. De gemiddelde reactie-tijd is 1 seconde. De reactie-tijd is niet altijd bij iedereen even groot. Dat ligt aan de omstandigheden en aan de persoon.

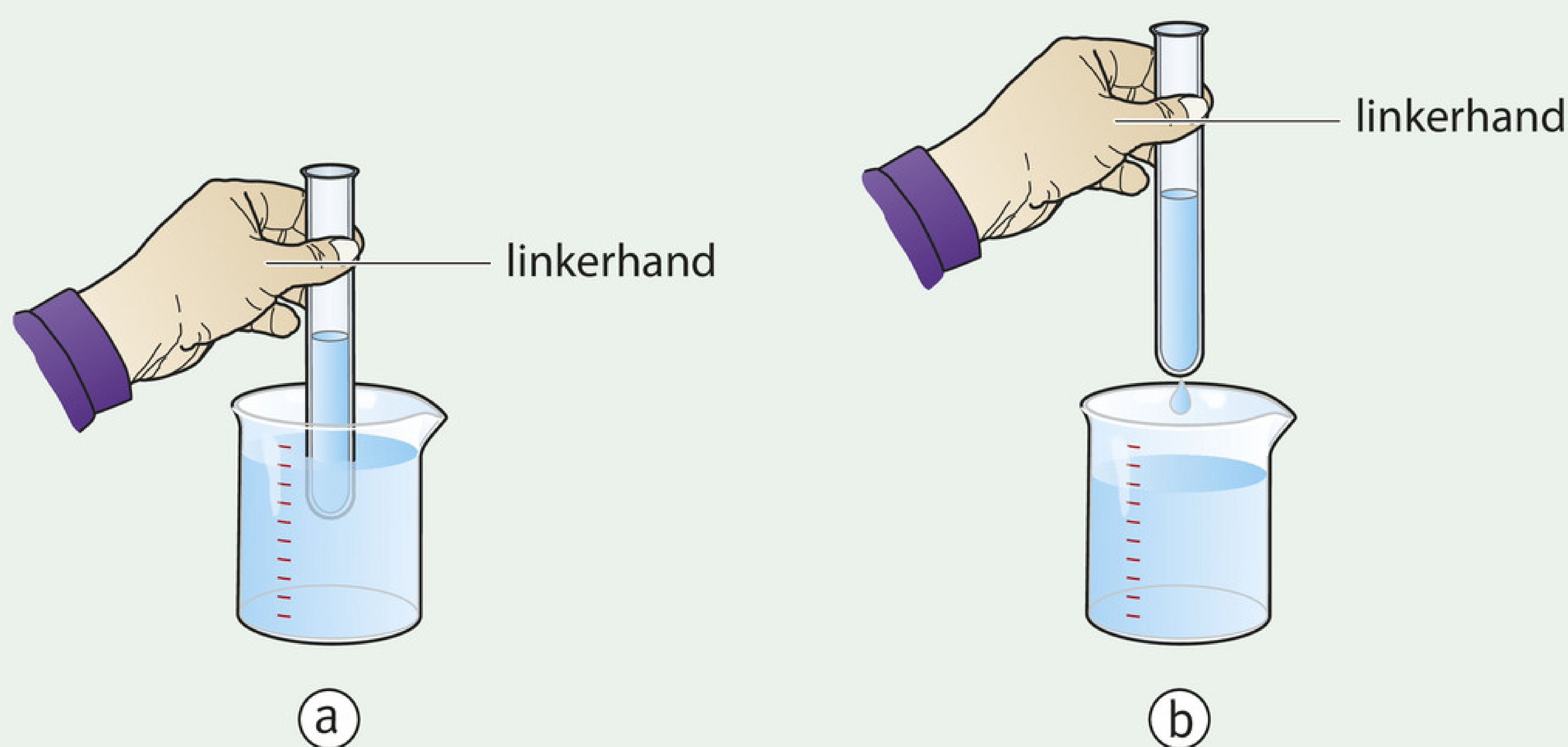
Er kunnen verschillende redenen zijn waarom iemand minder snel reageert. Bijvoorbeeld:

- vermoeidheid;
- gebruik van medicijnen, alcohol of drugs;
- leeftijd (oude mensen reageren langzamer dan jonge mensen).

## Proef 1 Reactiesnelheid

### Wat je nodig hebt
- ☐ 1 reageerbuis
- ☐ 1 bekerglas van 100 mL
- ☐ 1 doek

### Uitvoering
- Vul het bekerglas tot de streep van 75 mL met water.
- Zet het bekerglas voor je op tafel.
- Pak met je linkerhand de reageerbuis en houd deze rechtop.
- Doe de reageerbuis met de onderkant in het bekerglas, tot de buis de bodem raakt (afbeelding 30a).




▲ **afbeelding 30**
Beweeg de reageerbuis in en uit het bekerglas.

- Haal de reageerbuis recht omhoog uit het bekerglas (afbeelding 30b).

**1** Blijft er water aan de reageerbuis zitten?
Aan de reageerbuis blijft WEL / NIET water zitten.

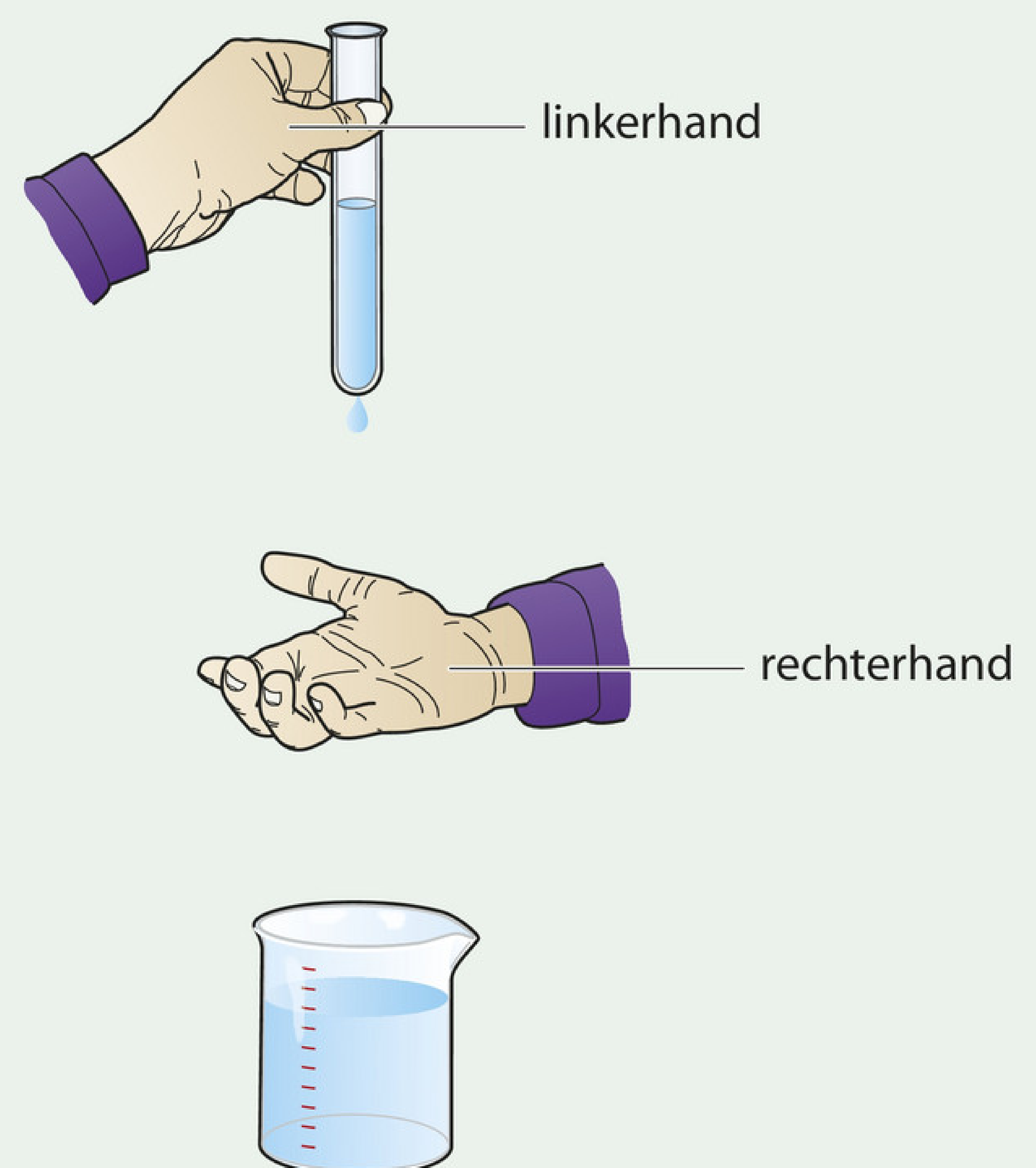
**2** De druppel water onder aan de reageerbuis valt WEL / NIET naar beneden.

- Doe de reageerbuis weer in het bekerglas.
- Haal de reageerbuis nu met je linkerhand ongeveer 50 cm omhoog.
- Houd je rechterhand ongeveer 10 cm onder de reageerbuis en 10 cm opzij (afbeelding 31).
- Als de druppel valt, probeer je hem met je rechterhand te raken.

**3** Het is WEL / NIET gemakkelijk de vallende druppel te raken.

Je reactiesnelheid wordt beter als je vaak oefent.

- Doe de test opnieuw, tot je de vallende druppel hebt geraakt.




▲ **afbeelding 31**
je rechterhand onder de reageerbuis

**4** Vul in tabel 3 in of je wel of niet de druppel hebt geraakt. Zet een kruisje in de goede kolom.

▼ **tabel 3** druppel wel of niet geraakt?

| test nummer | wel raak | niet raak |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |

Het is mij gelukt na ______________ keer de druppel te raken.

**5** Ik moet WEL / NIET snel reageren om de druppel te raken.

- Oefen zeker nog tien keer om je reactiesnelheid te verbeteren.

**6** Waarom raak je niet altijd de druppel die van de reageerbuis valt?
Omdat ik WEL / NIET iedere keer even snel reageer.

**7** Wanneer reageer je het snelste?
Als ik WEL / NIET goed oplet.

- Veeg met de doek de tafel droog.
- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**104** Een motor-rijder ziet plotseling een jongen met een bal voor zich op de weg. Hij denkt: hier moet ik voor remmen.
Hij remt WEL / NIET op hetzelfde ogenblik.

**105** De reactie-tijd is WEL / NIET de tijd tussen waarnemen en beginnen met remmen.

**106** De reactie-tijd is WEL / NIET altijd bij iedereen even groot.

**107** Kruis in tabel 4 aan: kortere reactie-tijd of langere reactie-tijd.

▼ **tabel 4** De reactie-tijd kan verschillend zijn.

| omstandigheid | korte reactie-tijd | langere reactie-tijd |
|---|---|---|
| alcohol gebruikt | | |
| goed uitgerust | | |
| oude persoon | | |
| zware medicijnen gebruikt | | |
| mp3-speler met harde muziek op | | |
| zeer vermoeid | | |
| jonge persoon | | |
| drugs gebruikt | | |
| lol trappen met de chauffeur | | |
| erg druk in de auto | | |
| je let goed op | | |

**108** Vakantiegangers krijgen vaak de goede raad: twee uur rijden, een half uur rust.
Waarom is dat een goed idee?
Na twee uur rijden moet je WEL / NIET rusten.
Je wordt WEL / NIET moe als je langer dan twee uur doorrijdt.
Je reactie-vermogen wordt dan BETER / SLECHTER.
Je reageert SNELLER / LANGZAMER.

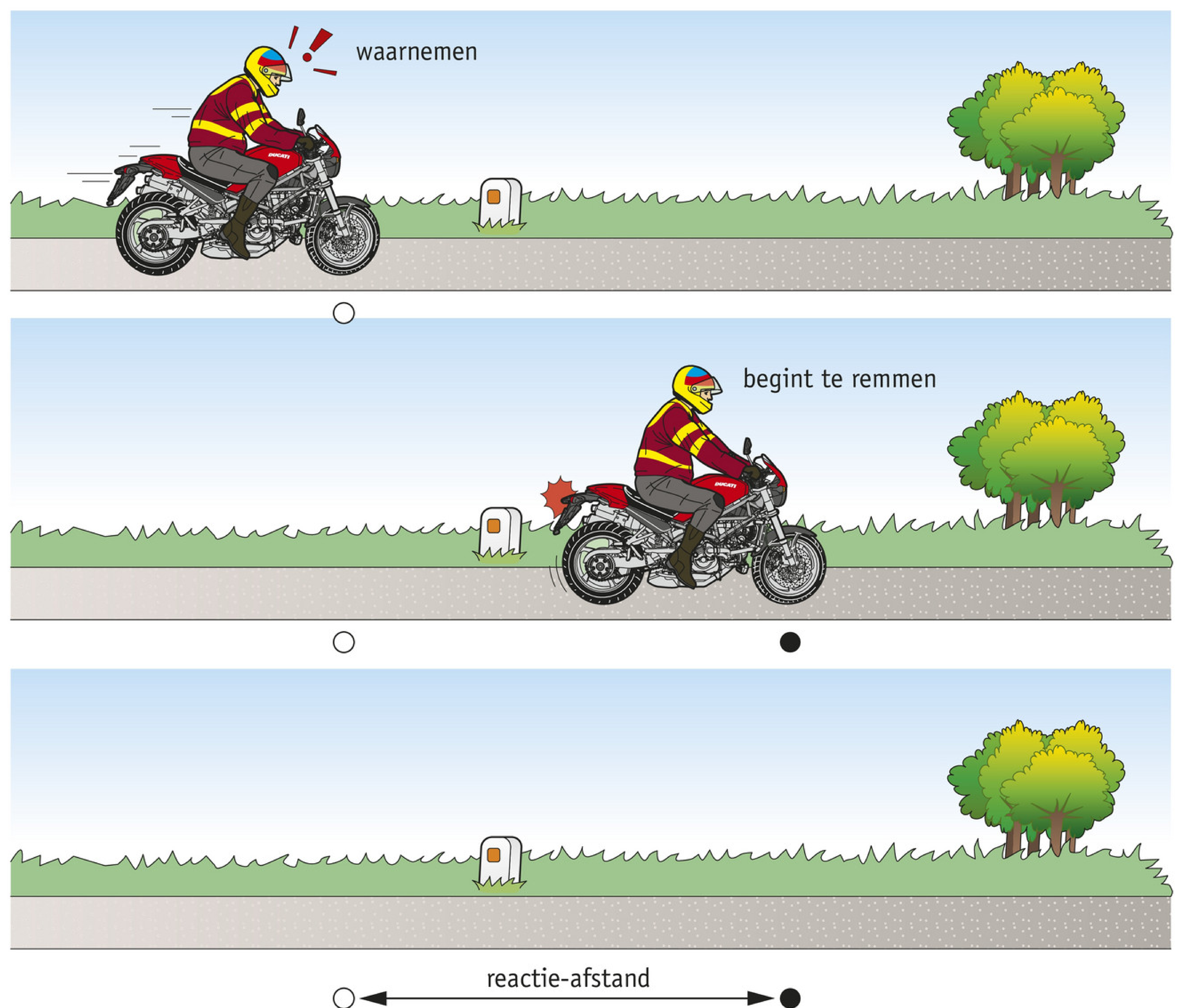
**109** Er zijn mensen die zeggen dat alcohol in het verkeer verboden moet worden.
Leg uit waarom ze dat willen.
Je reageert SNELLER / LANGZAMER als je alcohol hebt gedronken.
Dat is WEL / NIET gevaarlijk in het verkeer.

110 Dave heeft pas zijn rijbewijs gehaald. Hij gaat met vrienden een weekend op stap.
Ze gaan met de auto, met Dave als chauffeur. Zijn vriend wijst hem steeds op mooie dingen die hij onderweg ziet.
Is dat verstandig?
JA / NEE, want Dave wordt daardoor WEL / NIET steeds afgeleid.
Daarom reageert hij WEL / NIET langzamer op het andere verkeer.

## Reactie-afstand

Bij stoppen heb je te maken met de reactie-tijd en met de remweg. De reactie-tijd in het verkeer is gemiddeld 1 seconde. In die seconde blijf je doorrijden. Je snelheid blijft gelijk. De afstand die je aflegt in de reactie-tijd heet de **reactie-afstand** (afbeelding 32).
Na de reactie-afstand begint de remweg.
Je kunt de reactie-afstand berekenen met de formule:

afstand = snelheid × tijd




▲ **afbeelding 32**
de reactie-afstand

*Voorbeeld 5*
Een auto rijdt met een snelheid van 10 m/s. Een kind steekt plotseling de weg over. De bestuurder is moe. Daardoor is zijn reactie-tijd 1,5 seconde.
Hoeveel meter is de reactie-afstand?

De auto rijdt 10 m/s. De tijd is 1,5 seconde.
Je gebruikt de formule:

afstand = snelheid × tijd

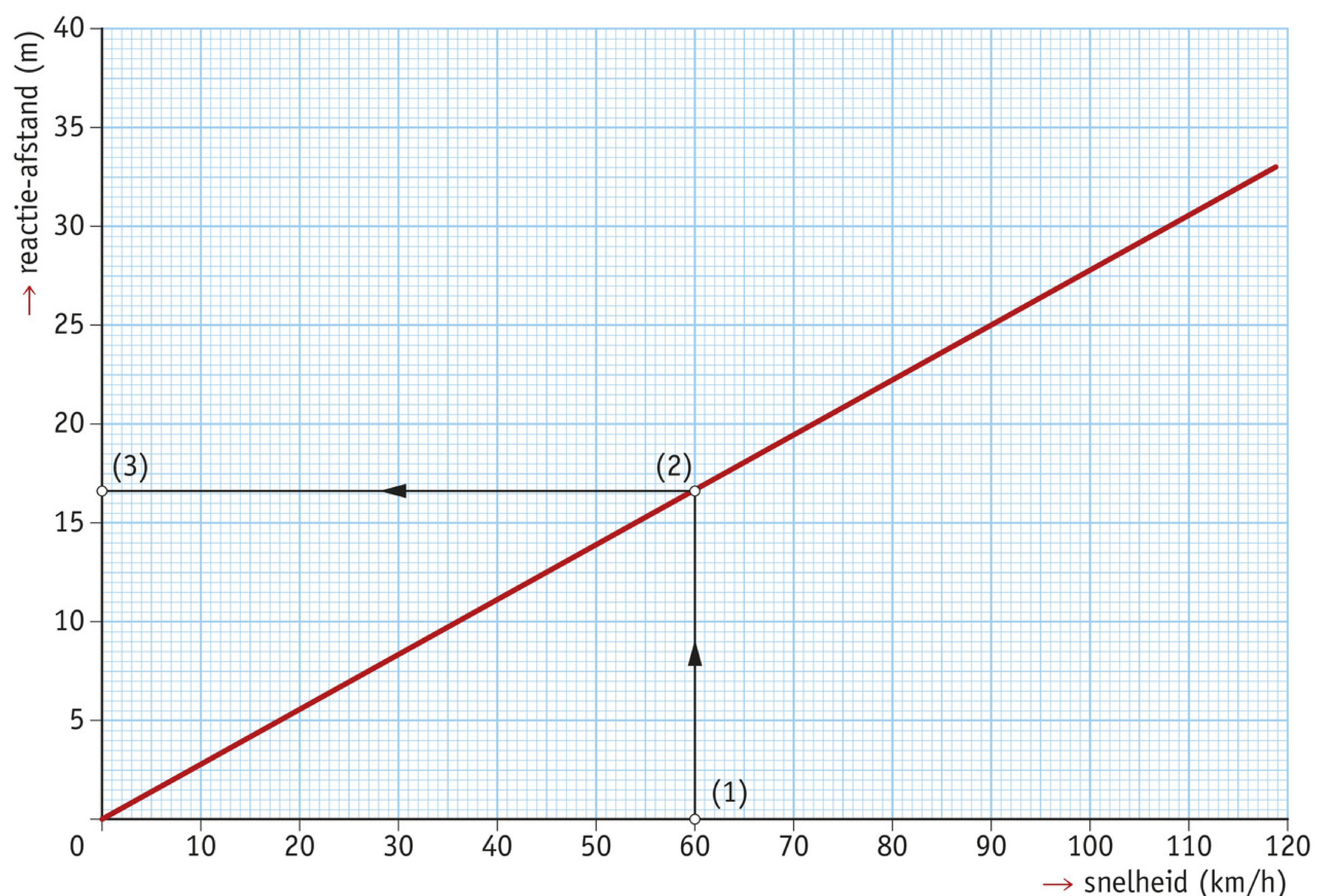
afstand = 10 m/s × 1,5 s

De reactie-afstand is 15 m.

In afbeelding 33 zie je een grafiek van de reactie-afstand. De grafiek hoort bij een reactie-tijd van 1 seconde. Met de grafiek kun je de reactie-afstand bepalen als je de snelheid weet.

*Voorbeeld 6*
Een auto rijdt 60 km/h.
Hoe groot is de reactie-afstand?

In afbeelding 33 ga je van (1) recht omhoog naar (2).
Van (2) ga je in een rechte lijn naar links tot (3).
Op de verticale as lees je nu de reactie-afstand af.
De reactie-afstand is 17 m.




**▲ afbeelding 33**
Met deze grafiek kun je de reactie-afstand bepalen bij een reactie-tijd van 1 seconde.

## Opgaven

**111** Vul de zinnen aan met de juiste woorden.
Kies uit: *doorrijden – gelijk – gemiddeld – reactie-afstand – reactie-tijd – remweg*.

Bij stoppen heb je te maken met de ______________________ en met de remweg.

De reactie-tijd in het verkeer is ______________________ 1 seconde.

In die seconde blijf je ______________________ .

Je snelheid blijft ______________________ . De afstand die je aflegt in de

reactie-tijd heet de ______________________ . Na de reactie-afstand begint de

______________________ .

**112** Een auto rijdt met een snelheid van 12 m/s. Een kind steekt plotseling de weg over. De reactie-tijd 1,5 seconde.
Hoeveel meter is de reactie-afstand?
Gebruik de formule:

afstand = snelheid × tijd

reactie-afstand = ______________________________________________

reactie-afstand = ______________________________________________

**113** Een scooter rijdt met een snelheid van 8 m/s. Een kind steekt plotseling de weg over.
De reactie-tijd is 1,2 seconde.
Hoeveel meter is de reactie-afstand?

reactie-afstand = ______________________________________________

reactie-afstand = ______________________________________________

**114** Rem je altijd op hetzelfde moment dat je het gevaar ziet?
- ☐ A Ja, dat doe ik altijd.
- ☐ B Ja, daar zijn mijn remmen op afgesteld.
- ☐ C Nee, want je moet eerst goed nadenken.
- ☐ D Nee, want iedereen heeft een reactie-tijd.

**115** Wat wordt bedoeld met de reactie-afstand?
- ☐ A Bij gevaar houd je afstand.
- ☐ B de afstand die je aflegt in de reactie-tijd
- ☐ C de afstand van je remspoor
- ☐ D de afstand waarover je de remmen moet inknijpen

**116** Hoe groot is de gemiddelde reactie-tijd?
- ☐ A 0,1 seconde
- ☐ B 1 seconde
- ☐ C 10 seconden
- ☐ D 11 seconden

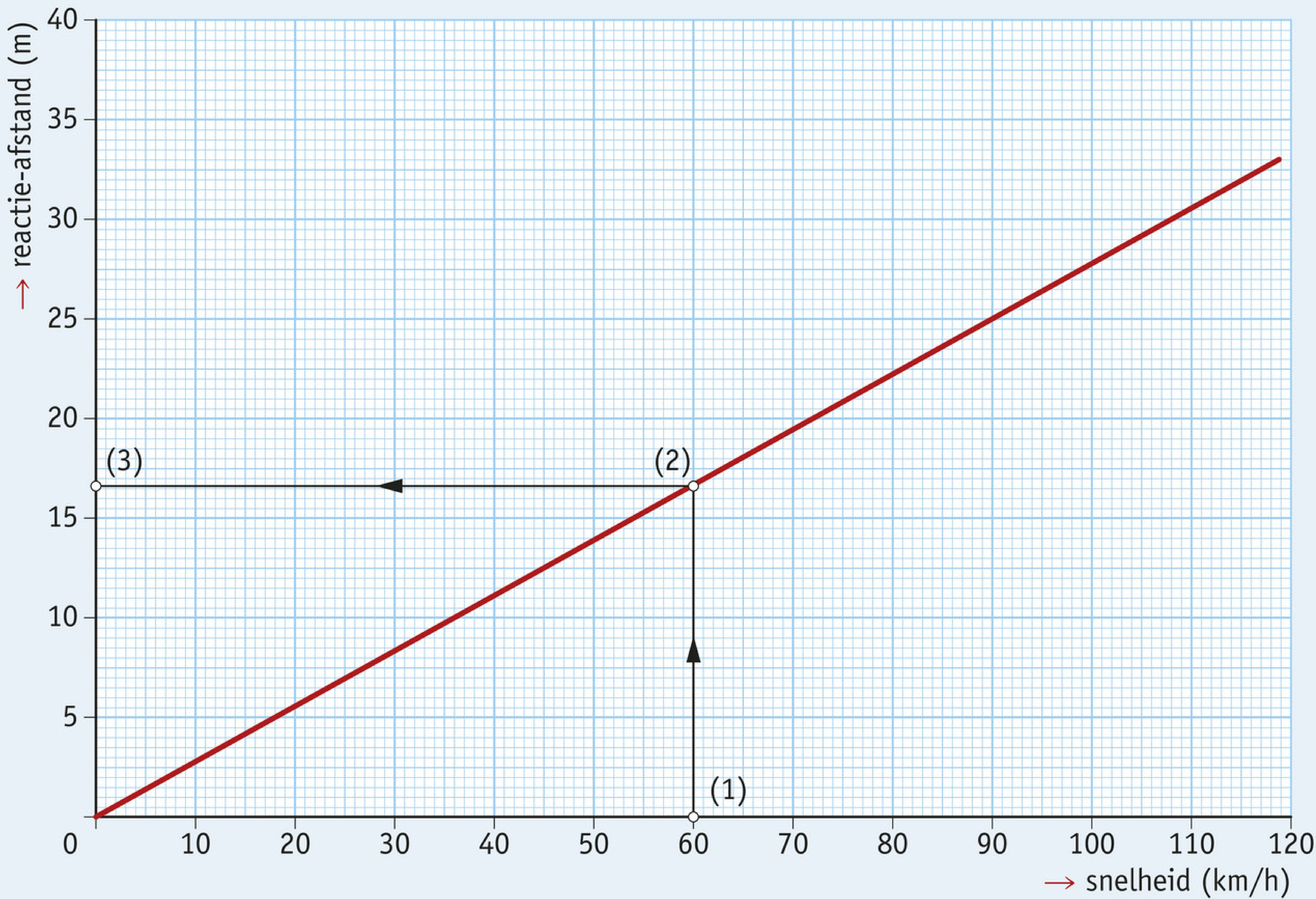
**117** Tijdens de reactie-tijd blijf je nog doorrijden.
Wat gebeurt er met de snelheid in de reactie-tijd?

- ☐ A Daar is niets van te zeggen.
- ☐ B De snelheid wordt snel kleiner.
- ☐ C De snelheid blijft gelijk.
- ☐ D De snelheid wordt veel groter.

**118** Vul tabel 5 in. Gebruik afbeelding 34 om je antwoorden te vinden.

▼ **tabel 5** snelheid en reactie-afstand

| snelheid | reactie-afstand | snelheid | reactie-afstand |
|---|---|---|---|
| 10 km/h | m | 60 km/h | m |
| 20 km/h | m | 70 km/h | m |
| 30 km/h | m | 80 km/h | m |
| 40 km/h | m | 90 km/h | m |
| 50 km/h | m | 100 km/h | m |




▲ **afbeelding 34**
Met deze grafiek kun je de reactie-afstand bepalen bij een reactie-tijd van 1 seconde.

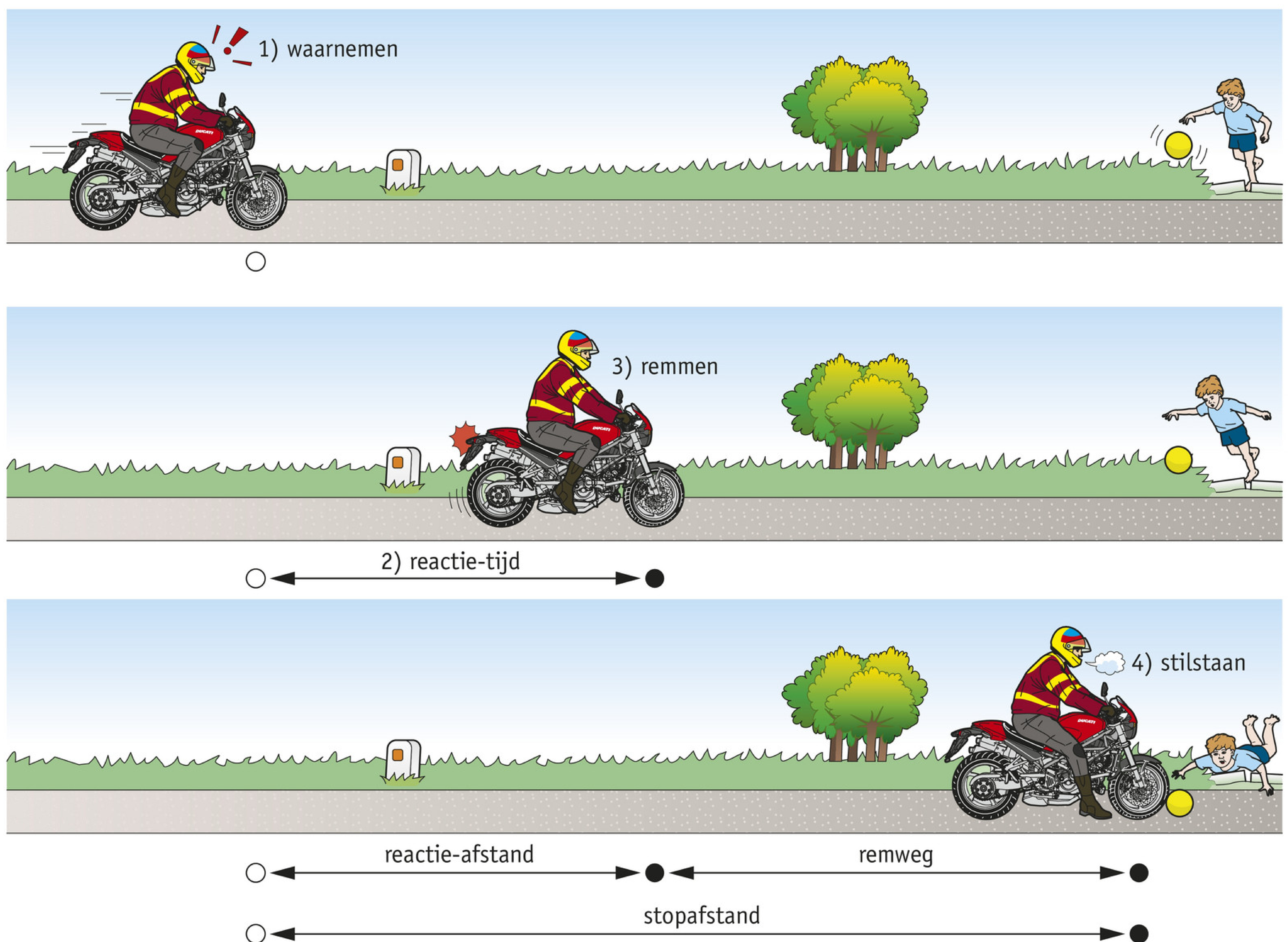
## Stop-afstand

In afbeelding 35 zie je het hele verhaal van de motor-rijder die stopt.

1 Waarnemen: de motor-rijder ziet de jongen met de bal.
2 Reageren: de reactie-tijd van de motor-rijder is 1 seconde. Hij legt de reactie-afstand af.
3 Remmen: de motor-rijder begint te remmen. Hij legt de remweg af.
4 Stilstaan: aan het eind van de remweg staat de motor-rijder stil.

De afstand tussen waarnemen en stilstaan noem je de **stop-afstand** (afbeelding 35). De stop-afstand bereken je met de formule:

stop-afstand = reactie-afstand + remweg



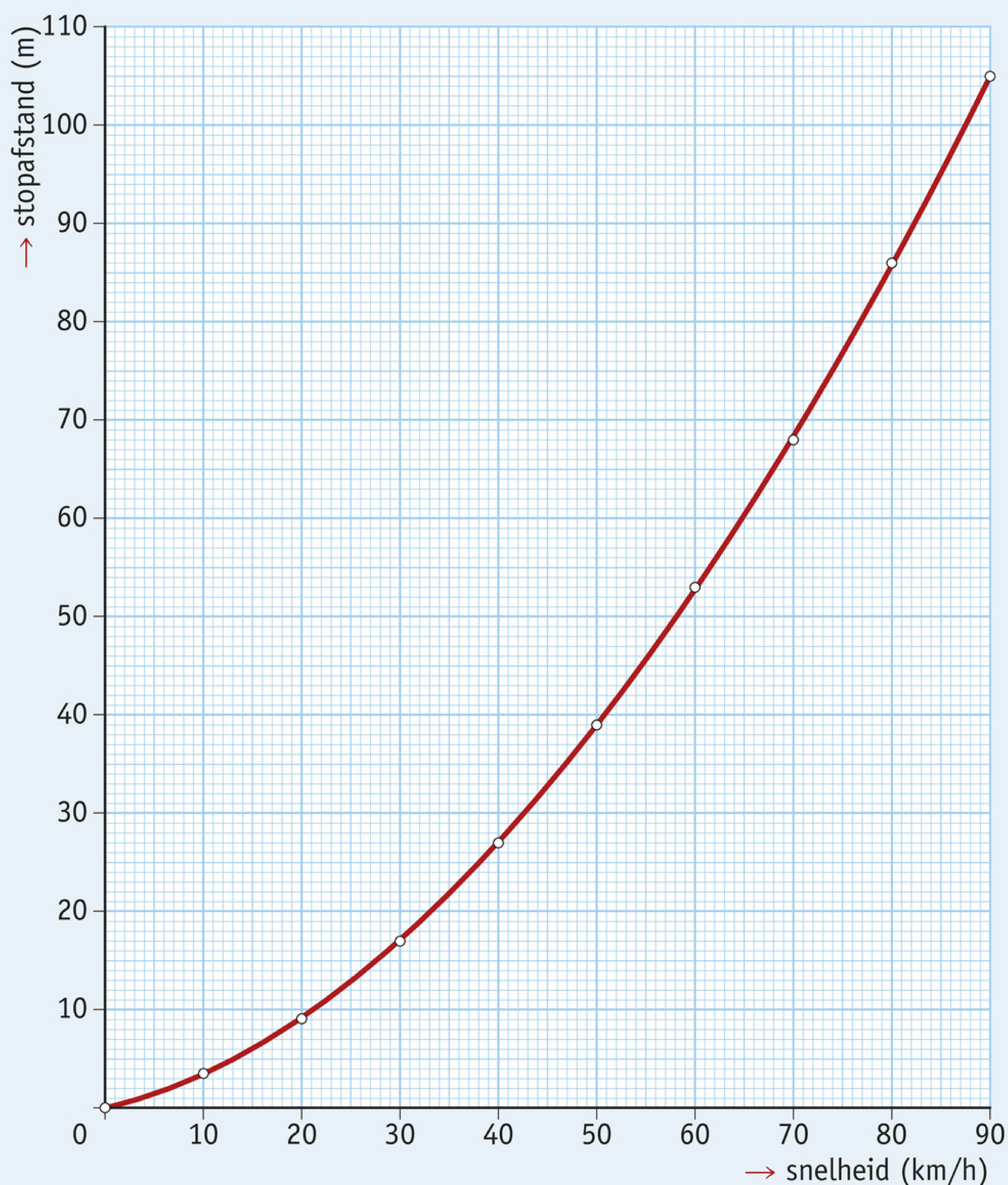

▲ **afbeelding 35**
de stop-afstand

## Opgaven

**119** Wat wordt bedoeld met de stop-afstand?

- ☐ A hetzelfde als de remweg
- ☐ B hetzelfde als de reactie-afstand
- ☐ C de remweg plus de reactie-afstand
- ☐ D de remweg min de reactie-afstand

Van de stop-afstand kun je een grafiek tekenen. In afbeelding 36 is een grafiek getekend van de stop-afstand van een vrachtwagen. Gebruik deze afbeelding bij opgave 120 tot en met 122.




▲ **afbeelding 36**
de stop-afstand van een vrachtwagen

**120** Hoe groot is de stop-afstand van de vrachtwagen bij 50 km/h?

______________

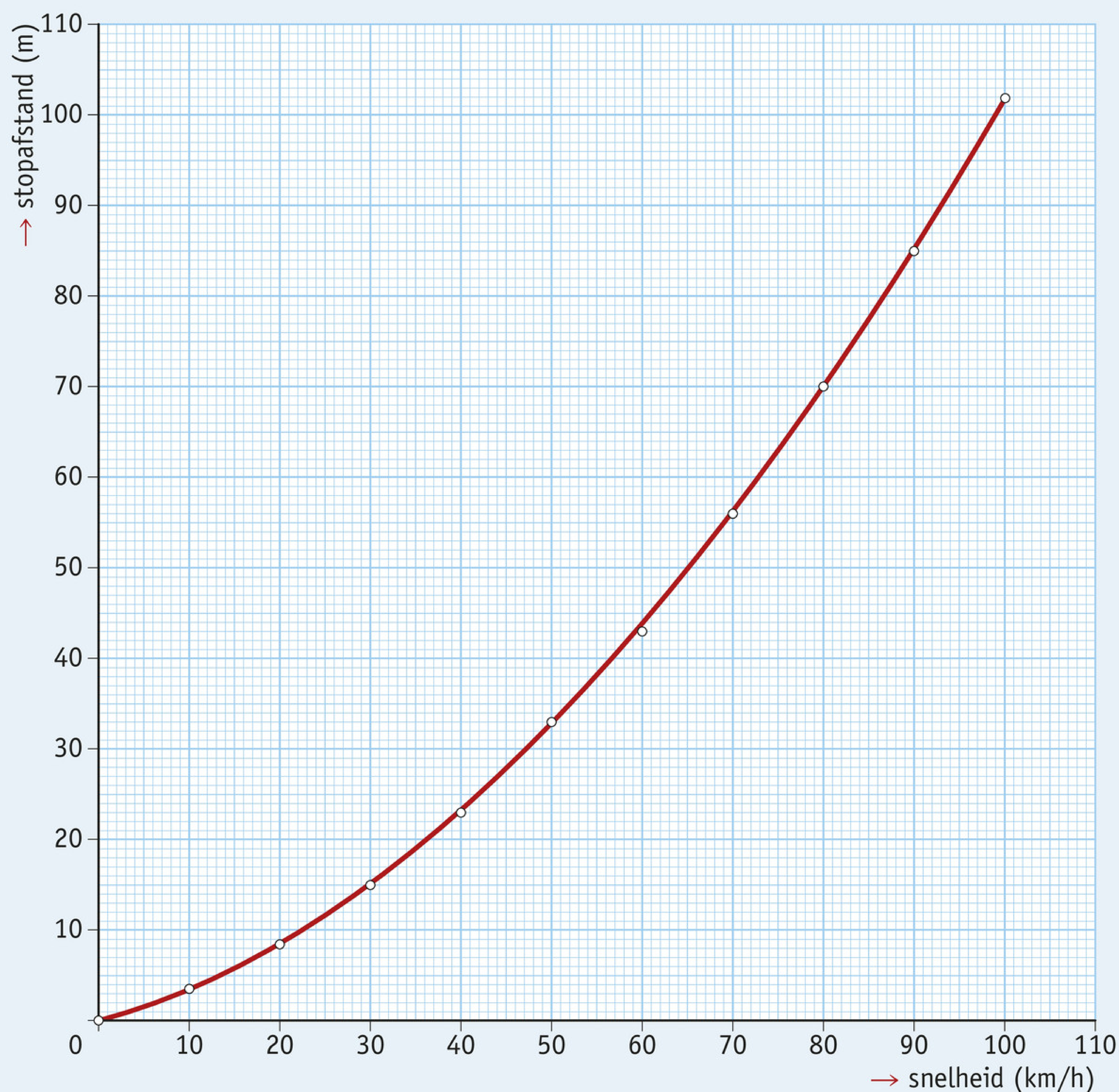
**121** Hoe groot is de stop-afstand van de vrachtwagen bij 80 km/h?

______________

**122** De vrachtwagen staat na 80 m stil. Wat was zijn snelheid toen hij begon te remmen?

______________

Opgave 123 tot en met 125 gaan over afbeelding 37.




▲ **afbeelding 37**
de stop-afstand van een auto

**123** Hoe groot is de stop-afstand van de auto bij 50 km/h?

______________

**124** Hoe groot is de stop-afstand van de auto bij 80 km/h?

______________

**125** De auto remt en staat na 80 m stil.
Hoe groot was zijn snelheid?

______________

**126** De stop-afstand van een vrachtwagen is groter dan de stop-afstand van een auto.
Hoe komt dat?

- ☐ A Een vrachtwagen is zwaarder dan een auto.
- ☐ B Een vrachtwagen is langer dan een auto.
- ☐ C Een auto rijdt meestal langzamer dan een vrachtwagen.

**127** Welke invloed heeft de reactie-afstand op de stop-afstand?
Als de reactie-afstand groter wordt, dan wordt de stop-afstand GROTER / KLEINER.

+ **128** Tristan is een fanatieke visser. Hij heeft veel visspullen en hij gebruikt een fietskar als hij gaat vissen (afbeelding 38).
Leg uit waarom hij dan extra moet opletten in het verkeer.

___

___

___

___




▲ **afbeelding 38**
de fietskar van Tristan

## Onthouden!

De remweg is de afstand die je nodig hebt om te remmen tot je stilstaat.
De grafiek van de remweg is een vloeiende lijn.
De remweg hangt af van:
- de snelheid
- de remmen
- de massa
- de weg
- de banden

Het duurt altijd even voordat je remt.
De reactie-tijd is gemiddeld 1 seconde.
De reactie-tijd is niet altijd bij iedereen even groot.
De reactie-afstand is de afstand die je aflegt in de reactie-tijd.
stop-afstand = reactie-afstand + remweg

# 5 Veiligheid

Als je met je fiets of je scooter plotseling moet remmen, kun je over de kop gaan. Dat is een gevolg van de traagheid.

## Traagheid



▲ **afbeelding 39**
Als de bus plotseling remt, lijkt het of je een duw krijgt.

Je staat in de bus (afbeelding 39). Plotseling remt de bus. Het lijkt dan of je een duw naar voren krijgt. Je zet je schrap om niet naar voren te vallen. Als de snelheid van de bus plotseling vermindert, moet jouw snelheid ook verminderen.

Je hebt kracht nodig om jouw snelheid te veranderen. In de natuurkunde noem je dat **traagheid**.
Enkele voorbeelden:
- Om een zwaar voorwerp af te remmen, heb je veel kracht nodig.
- Om een licht voorwerp af te remmen, heb je weinig kracht nodig.
- Een voorwerp snel afremmen kost veel kracht.
- Een voorwerp langzaam afremmen kost weinig kracht.

Nog een paar voorbeelden van traagheid:
- Je rijdt mee in een auto en je zit naast de bestuurder. De auto neemt een scherpe bocht naar links. Je voelt dat je lichaam rechtdoor wil. Het lijkt alsof je naar de buitenkant van de auto wordt geduwd.
- Je zit in een auto die stilstaat bij het stoplicht. Als het stoplicht op groen springt, trekt de auto snel op. Het lijkt alsof je naar achteren wordt gedrukt.
- Je zit in de achtbaan. Aan het eind van de rit worden de karretjes snel afgeremd. Het lijkt of je naar voren wordt geduwd. De beugel houdt je tegen.

## Proef 2 Traagheid

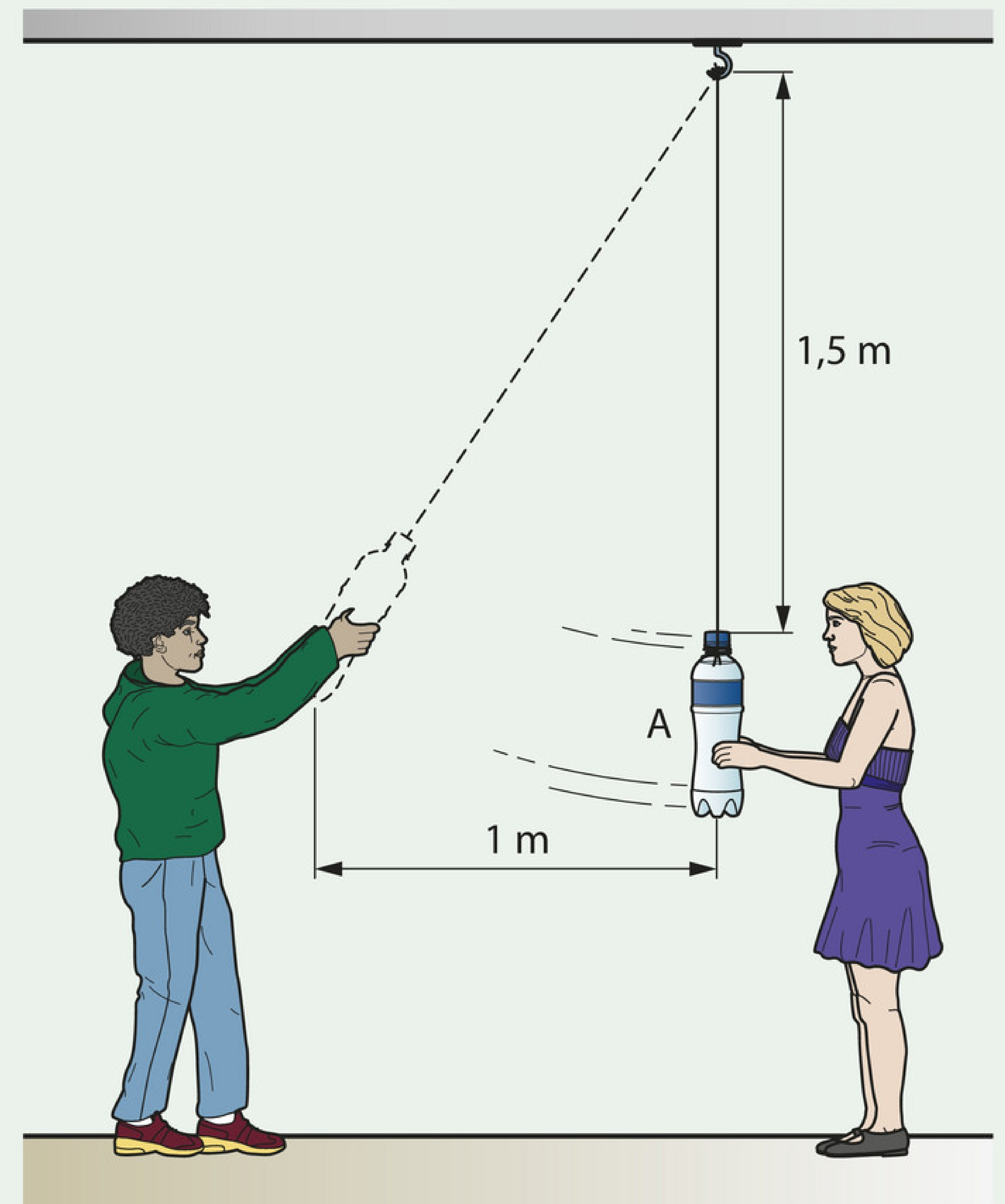
### Wat je nodig hebt

- ☐ 2 plastic flessen van 1,5 liter met schroefdop
- ☐ 2 stukken stevig touw van 2 meter
- ☐ 1 haak in het plafond om het touw aan vast te maken

### Uitvoering

Je doet de proef samen met een klasgenoot.
Spreek af wie de uitvoerder en wie de assistent is.

- Vul één fles met water en draai de schroefdop er weer goed op.
- Bind een stuk touw aan elke fles.
- Hang de lege fles op aan de haak (afbeelding 40).
- De uitvoerder houdt de fles ongeveer 1 meter opzij. Zorg ervoor dat het touw strak blijft staan. Laat de fles los.
- De assistent vangt de fles op (A in afbeelding 40).
- De assistent moet onthouden hoe het aanvoelt om de lege fles op te vangen.
- Wissel van rol, zodat je allebei weet hoe het aanvoelt om de lege fles op te vangen.
- Hang nu de volle fles aan de haak.
- Herhaal de proef, nu met de volle fles.




▲ **afbeelding 40**
Zo doe je proef 2.

**1** Als je de fles opvangt, verandert de snelheid van de fles WEL / NIET.

**2** Een lege fles opvangen kost VEEL / WEINIG kracht.

**3** Een volle fles opvangen kost VEEL / WEINIG kracht.

- De uitvoerder houdt de volle fles nu zo ver mogelijk omhoog, terwijl het touw strak blijft.
- De assistent vangt de fles weer op.
- Wissel weer van rol.

**4** Bij de derde test was de snelheid van de fles KLEINER / GROTER dan bij de tweede.

**5** Bij de derde test was de kracht om de fles op te vangen KLEINER / GROTER dan bij de tweede.

De conclusie van deze proef is: de kracht die je nodig hebt om een voorwerp af te remmen, hangt af van de *snelheid* van het voorwerp en van de *massa* van het voorwerp.

- Ruim alles netjes op.

## Veiligheids-voorzieningen in de auto

In het verkeer gebeuren ongelukken. Gelukkig is er meestal alleen blikschade. Als er gewonden of slachtoffers vallen, is dat veel erger. De veiligheid van de mensen in het verkeer staat voorop. In een auto word je daarom beschermd door **veiligheids-voorzieningen**.

Voorbeelden van veiligheids-voorzieningen zijn:
- de kreukel-zone van een auto
- de veiligheids-gordel
- de airbag
- de hoofdsteun
- de kooi-constructie

## Kreukel-zone

Een auto heeft een kreukel-zone (afbeelding 41). Als een auto een aanrijding krijgt, wordt de kreukel-zone het eerst in elkaar gedrukt. Het indrukken van de kreukel-zone kost kracht. Door die kracht wordt de auto al een beetje afgeremd. De auto staat daarom niet ineens stil.

Door de kreukel-zone heeft de auto een iets langere remweg. Bij een langere remweg komt er minder remkracht op de auto. Ook de mensen in de auto krijgen door de kreukel-zone een langere remweg. Ze krijgen zo minder kracht te verwerken. Daardoor raken ze minder erg gewond.

Bij de auto van afbeelding 41 is de remweg ongeveer 50 cm langer. Die 50 cm is de afstand die 'ingekreukeld' is.



▲ **afbeelding 41**
de kreukel-zone van een auto

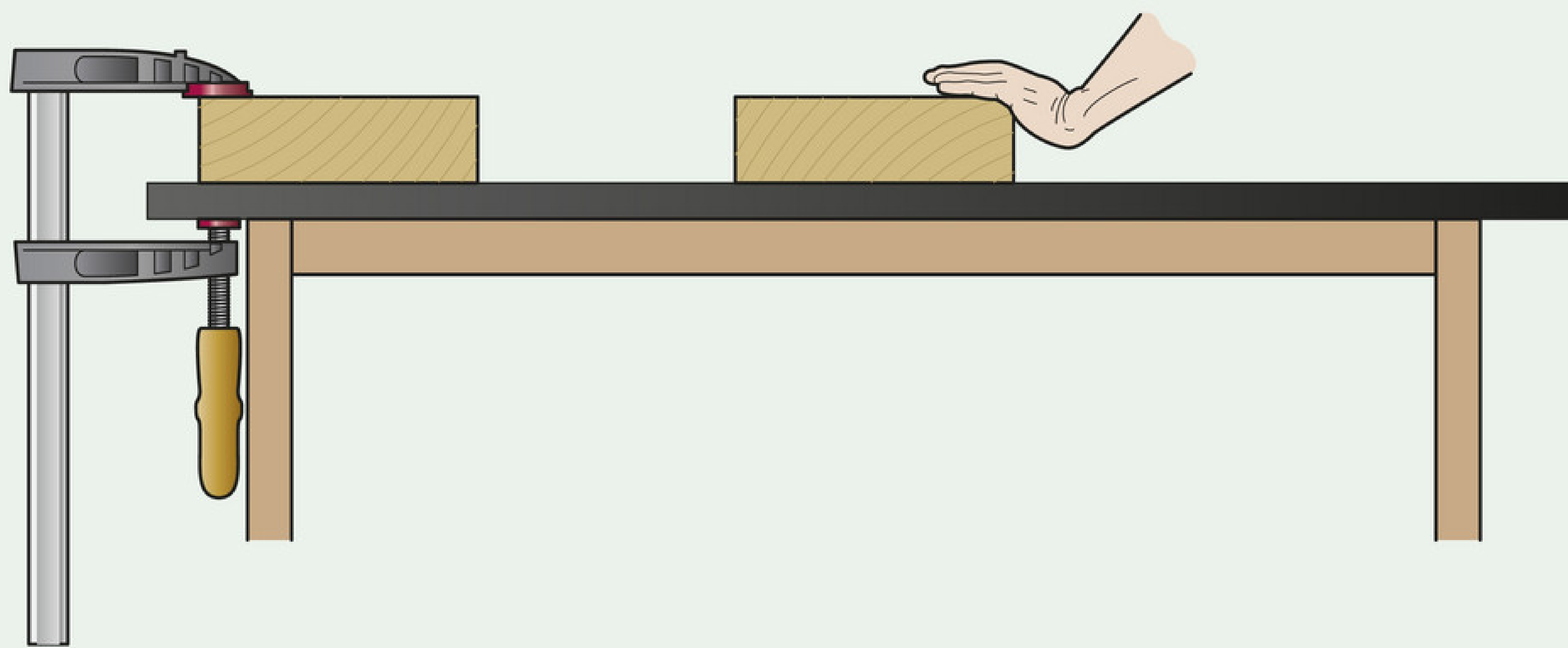
## Proef 3 De kreukel-zone

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 zachte spons of stuk schuimplastic
- ☐ 2 blokjes hout (even groot als de spons)
- ☐ 1 tafel-klem of lijmklem

### Uitvoering

- Klem één blokje met de tafel-klem aan de tafel vast.
- Leg het andere blokje voor je op tafel.
- Leg je hand op dat blokje (afbeelding 42).



▲ **afbeelding 42**
Leg je hand zo op het blokje.

- Duw het blokje met een kleine kracht tegen het vastgemaakte blok aan.
- Als je goed oplet, voel je een tegenkracht als de blokjes elkaar raken.

**1** Hoe voelt de tegenkracht waarmee je de blokjes tegen elkaar stoot?
- ☐ A Ik voel geen tegenkracht.
- ☐ B De tegenkracht is veel minder dan mijn kracht.
- ☐ C De tegenkracht is ongeveer gelijk aan mijn kracht.
- ☐ D De tegenkracht is veel groter dan mijn kracht.

- Duw het blokje nog een keer met een kleine kracht tegen het vaste blok.

**2** Mijn antwoord van vraag 1 vind ik WEL / NIET goed.

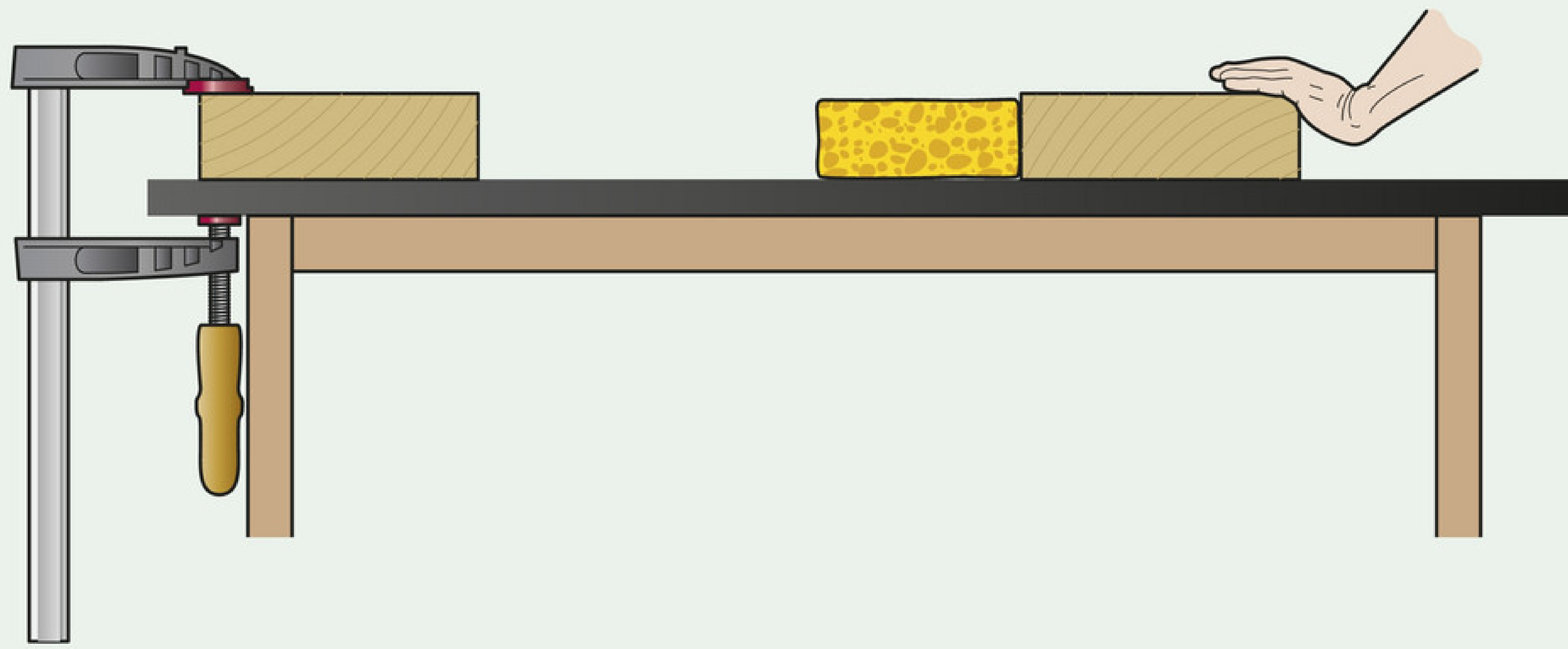
- Duw het blokje nu met een grotere kracht tegen het vaste blok.

**3** Hoe voelt nu de tegenkracht waarmee je de blokjes tegen elkaar stoot?
- ☐ A Ik voel geen tegenkracht.
- ☐ B De tegenkracht is veel minder dan mijn kracht.
- ☐ C De tegenkracht is weer ongeveer gelijk aan mijn kracht.
- ☐ D De tegenkracht is veel groter dan mijn kracht.

**4** Het blokje wordt WEL / NIET langzaam afgeremd.

- Houd het blokje iets verder weg van het vaste blokje.

- Leg de spons voor jouw blokje (afbeelding 43).



▲ **afbeelding 43**
Leg de spons voor je blokje.

- Duw met het blokje de spons met een kleine kracht tegen het vaste blok.

**5** Hoe voelt de tegenkracht nu de spons ertussen zit?
☐ A Ik voel geen tegenkracht.
☐ B De tegenkracht is eerst minder dan mijn kracht en wordt langzaam meer.
☐ C De tegenkracht is ongeveer gelijk aan mijn kracht.
☐ D De tegenkracht is groter dan mijn kracht.

- Duw nu met het blokje de spons met grotere kracht tegen het vaste blok.

**6** Hoe voelt de tegenkracht waarmee je de blokjes tegen elkaar stoot?
☐ A Ik voel geen tegenkracht.
☐ B De tegenkracht is eerst minder dan mijn kracht en wordt langzaam meer.
☐ C De tegenkracht is ongeveer gelijk aan mijn kracht.
☐ D De tegenkracht is groter dan mijn kracht.

**7** Het blokje met de spons wordt WEL / NIET langzaam afgeremd.

De spons kun je vergelijken met de kreukel-zone van een auto.

**8** Wat is je conclusie over de kracht op een auto met kreukel-zone?
☐ A De kreukel-zone zorgt ervoor dat bij een botsing de kracht op de auto minder wordt.
☐ B De kreukel-zone maakt geen verschil voor de kracht op de auto.
☐ C De kreukel-zone zorgt ervoor dat bij een botsing de kracht op de auto groter wordt.
☐ D De kreukel-zone zorgt ervoor dat bij een botsing geen kracht op de auto komt.

- Ruim alles netjes op.

## Veiligheids-gordel

Een veiligheids-gordel beschermt je op twee manieren (afbeelding 44):

1 Door de veiligheids-gordel blijf je bij een botsing in je stoel zitten. Bij een ongeluk vlieg je dan niet door de voorruit.
2 De gordel rekt bij een botsing een beetje uit. Je remweg wordt daardoor iets langer. De kracht van de gordel op je lichaam is daardoor kleiner.

Het dragen van een veiligheids-gordel in een auto is verplicht. Dat geldt voor iedereen die in de auto zit.



▲ **afbeelding 44**
een veiligheids-gordel

## Airbag

Een airbag is een opblaasbaar kussen (afbeelding 45). De airbag zit opgevouwen in het stuur en in het dashboard. Bij een botsing wordt de airbag heel snel opgeblazen. Dat gebeurt automatisch in ongeveer 0,02 seconde.



▲ **afbeelding 45**
een airbag in het stuur van de auto

De airbag vangt je lichaam en je hoofd op. Je hoofd slaat daardoor niet op het stuur of op het dashboard. Na de botsing loopt de airbag snel weer leeg.

## Hoofdsteun

Een auto kan van achteren worden aangereden. Bij een aanrijding van achteren klapt je hoofd achterover door de traagheid. Je nek-wervels kunnen worden beschadigd. Dokters noemen dat een whiplash (zweepslag). De hoofdsteun houdt je hoofd tegen (afbeelding 46). Het is belangrijk dat de hoofdsteun op de juiste hoogte staat.



▲ **afbeelding 46**
een hoofdsteun

## Proef 4 Botsen

### Wat je nodig hebt
- ☐ 1 lege jampot met het deksel erop geschroefd
- ☐ 1 grote emmer of prullenbak
- ☐ 1 baksteen
- ☐ 1 duimstok van 1 meter
- ☐ 1 stuk schuimplastic van 10 cm dik
- ☐ 1 veiligheids-bril

### Uitvoering
- Zet de veiligheids-bril op.
- Leg het stuk schuimplastic in de emmer.
- Laat de jampot van ongeveer 1 m hoogte in de emmer vallen (afbeelding 47).

**1** Valt de jampot kapot?
De jampot valt WEL / NIET kapot.
Dat komt doordat het schuimplastic WEL / NIET meegeeft.

- Haal het schuimplastic uit de emmer.
- Leg de baksteen op de bodem.
- Doe de proef nog een keer.

**2** Wat zie je gebeuren?
De jampot valt WEL / NIET kapot.
Dat komt doordat de baksteen WEL / NIET meegeeft.

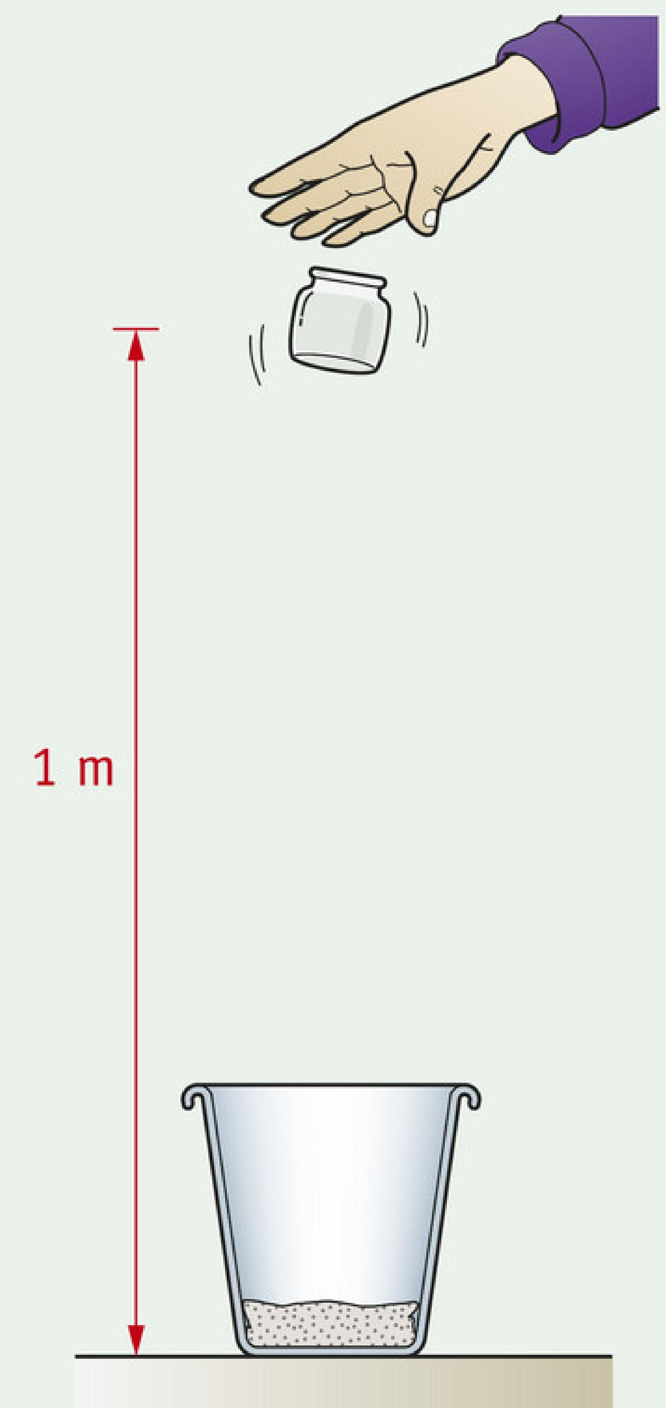
**3** Wordt de jampot sneller afgeremd door de baksteen of door het schuimplastic?

door ________________________________

**4** Waar wordt de kracht het best verdeeld?
- ☐ A op de baksteen
- ☐ B op het schuimplastic
- ☐ C Het maakt geen verschil.

**5** Twee auto's botsen met de voorkanten op elkaar.
Daardoor worden ze WEL / NIET snel afgeremd.
Dat kost WEL / NIET veel kracht.
Je ziet dat, doordat de schade GROOT / KLEIN is.

**6** Wat kost de meeste kracht?
- ☐ A langzaam afremmen
- ☐ B snel afremmen
- ☐ C botsen
- ☐ D Het maakt geen verschil.




▲ **afbeelding 47**
Zo doe je proef 4.

**+7** Met welke voorwerpen (baksteen of schuimplastic) kun je de onderdelen van een auto vergelijken, als je kijkt naar hoe de kracht verdeeld wordt? Zet een kruisje in de juiste kolom van tabel 6.

▼ **tabel 6** verdeling van kracht

| onderdeel van de auto | baksteen | schuimplastic |
|---|---|---|
| stuur | | |
| hoofdsteun | | |
| dashbord | | |
| airbag | | |
| gordel | | |

- Ruim alles netjes op. Wees voorzichtig met de glas-scherven!
- Vraag aan je leraar waar het kapotte glas in moet.

## Opgaven

**129** De meeste auto's hebben een kreukel-zone.
Waarvoor dient een kreukel-zone?
☐ A om bij een botsing de remweg te vergroten
☐ B om bij een botsing de remweg te verkleinen
☐ C om bij een botsing de reactie-afstand te verkleinen

**130** Wat is het voordeel van een lange remweg bij botsen?
☐ A Een lange remweg zorgt voor meer remkracht.
☐ B Een lange remweg zorgt voor minder zwaargewonden.
☐ C Een lange remweg is niet altijd een voordeel.

**131** In een auto zitten veiligheids-gordels.
Wanneer is het dragen van veiligheids-gordels verplicht?
☐ A als je harder rijdt dan 50 km/h
☐ B als je harder rijdt dan 80 km/h
☐ C als je harder rijdt dan 120 km/h
☐ D altijd als je in de auto rijdt of meerijdt

**132** Bij een botsing van voren heeft Farid geen gordel om.
Wat kan er met Farid gebeuren?
☐ A Farid schuift opzij tegen de deur.
☐ B Farid kan naar voren schieten.
☐ C Farid schiet naar achteren.

**133** Een veiligheids-gordel rekt bij een botsing een beetje uit.
Hierdoor wordt jouw remweg WEL / NIET groter.
De kracht op je lichaam wordt daardoor WEL / NIET kleiner.

**134** Wanneer komt een airbag in werking?
- ☐ A bij een ongeluk met een luchtballon
- ☐ B bij een botsing van een auto
- ☐ C als je plotseling snel moet remmen
- ☐ D bij het auto-racen

**135** Een airbag moet worden opgeblazen bij een botsing.
Hoelang duurt dat?
- ☐ A ongeveer 0,02 seconde
- ☐ B ongeveer 0,2 seconde
- ☐ C ongeveer 2 seconden
- ☐ D ongeveer 20 seconden

**136** Waardoor wordt een airbag opgeblazen?
- ☐ A door de bestuurder
- ☐ B door de passagiers
- ☐ C door de politie
- ☐ D Dat gebeurt automatisch.

**137** Waar zit een airbag in een auto?
- ☐ A in het stuur, in het dashboard en soms aan de zijkanten
- ☐ B alleen in het stuur en soms in het dashboard
- ☐ C alleen in het stuur
- ☐ D alleen aan de zijkanten

**138** Waarom worden hoofdsteunen gebruikt?
- ☐ A De stoel ziet er dan sportiever uit.
- ☐ B Dan heb je minder last van passagiers achterin.
- ☐ C Om je hoofd tegen te houden als je van achteren wordt aangereden.
- ☐ D Om bij een botsing je voorhoofd te beschermen als je achterin zit.

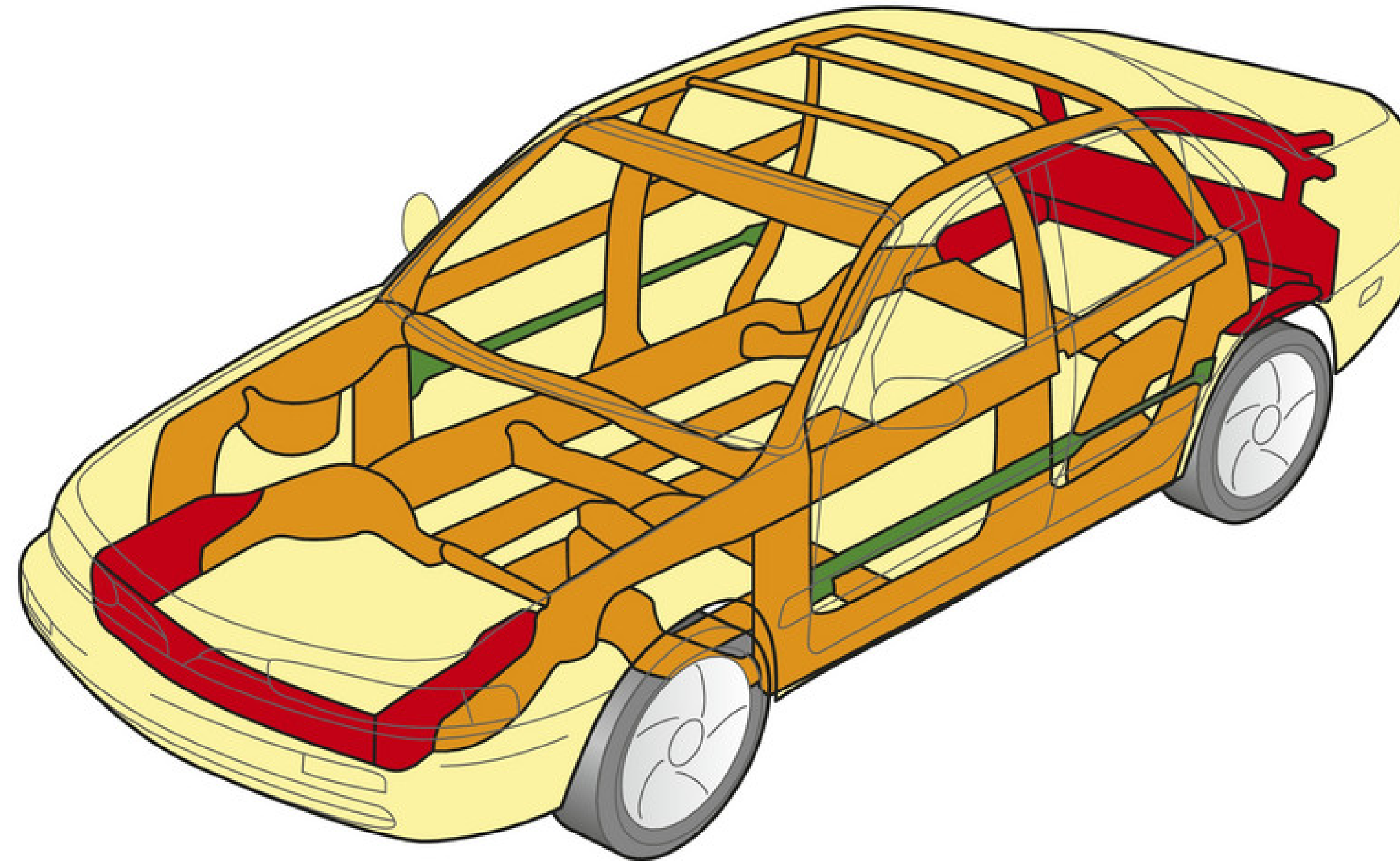
**139** Wat kan er gebeuren als je geen hoofdsteun hebt?
- ☐ A Je kunt je voorhoofd beschadigen bij een botsing van achteren.
- ☐ B Je kunt je achterhoofd beschadigen bij een botsing van voren.
- ☐ C Je kunt je nek-wervels beschadigen bij een botsing van achteren.
- ☐ D Je wordt bij een botsing door de auto geslingerd.

**140** Dorien is in haar auto van achteren aangereden. De auto had geen hoofdsteun.
Dorien heeft pijn in haar nek.
Hoe noemen dokters dit?

Dit heet een ________________________ .

## Kooi-constructie

Fabrikanten proberen auto's zo veilig mogelijk te maken. Daarom wordt in auto's een kooi-constructie ingebouwd (afbeelding 48). Een kooi-constructie is een versteviging om de passagiers-ruimte heen. Deze constructie beschermt de mensen die in de auto zitten. Bij een botsing met 50 km/h vervormt de kooi niet.



▲ **afbeelding 48**
de kooi-constructie van een auto

## Opgaven

**141** In welk deel van de auto zit een kooi-constructie?
- ☐ A rondom de hele auto
- ☐ B rondom de motor
- ☐ C rondom de ruimte waar de mensen kunnen zitten
- ☐ D rondom de koffer-ruimte

**142** Wat is het doel van een kooi-constructie?
- ☐ A het voorkomen van schade aan de auto
- ☐ B het beschermen van de mensen die in de auto zitten
- ☐ C het voorkomen dat de motor kapotgaat
- ☐ D het beschermen van de bagage in de koffer-ruimte

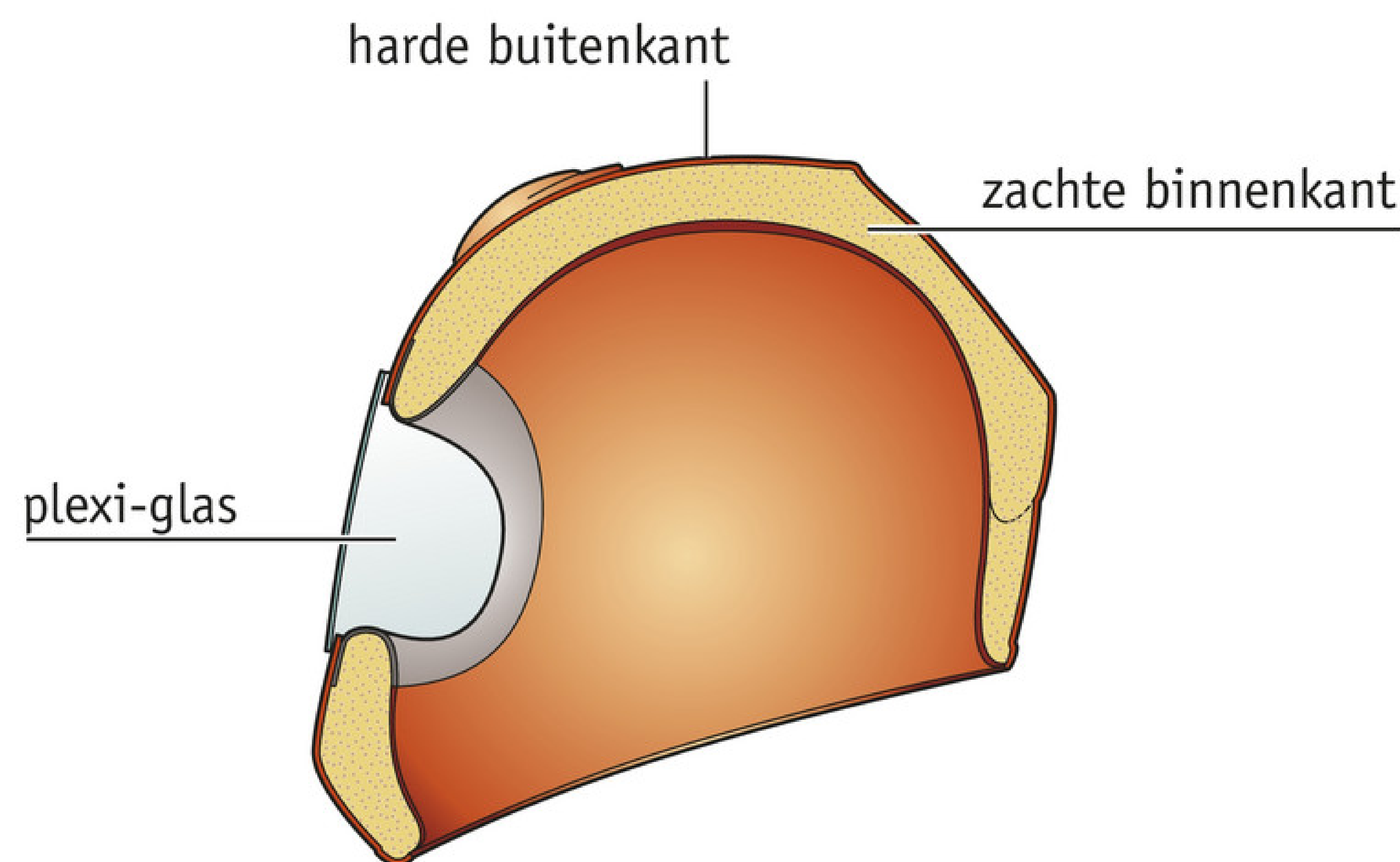
**143** De vader van Hans koopt een nieuwe auto. Hij wil alleen een auto met versterkings-balken in de deuren.
Waarvoor dienen de versterkings-balken in de deuren van de auto?
- ☐ A De deur gaat dan beter dicht.
- ☐ B De deur gaat dan gemakkelijker open.
- ☐ C De auto heeft dan een beter model.
- ☐ D Je bent dan beter beschermd als je van opzij wordt aangereden.

## Bescherming op de brom-scooter en de motor

Op een brom-scooter of motor moet je jezelf goed beschermen. De belangrijkste bescherming is de veiligheids-helm (afbeelding 49). Een goede veiligheids-helm heeft:

- een harde buitenkant;
- een zachte laag die de schok opvangt;
- een voering die zacht op het hoofd aansluit.

Een helm is verplicht op een brom-scooter of motor.




▶ **afbeelding 49**
de doorsnede van een goede veiligheids-helm

Voor brom-scooters bestaan aparte snelheids-regels.
Op het (brom)fietspad:

- 30 km/h binnen de bebouwde kom.
- 40 km/h buiten de bebouwde kom.

Op de rijbaan:

- 45 km/h, binnen en buiten de bebouwde kom.



▶ **afbeelding 50**
De snor-scooter is een populair vervoermiddel in de stad.

De bebouwde kom herken je aan het plaatsnaam-bord. Snor-scooters mogen nooit harder dan 25 km/h. Op een snor-scooter hoef je geen helm te dragen (afbeelding 50).



▲ **afbeelding 51**
Motor-kleding is meestal van leer.

Een motor-rijder rijdt vaak met hoge snelheid. Als hij valt, heeft hij grote kans op verwondingen. Goede motor-kleding beschermt tegen zware verwondingen (afbeelding 51). Motor-kleding is meestal van leer. Leer is stevig en gaat niet snel kapot. Ook zijn er in de kleding nog extra beschermingen aangebracht voor de knieën en de ellebogen.

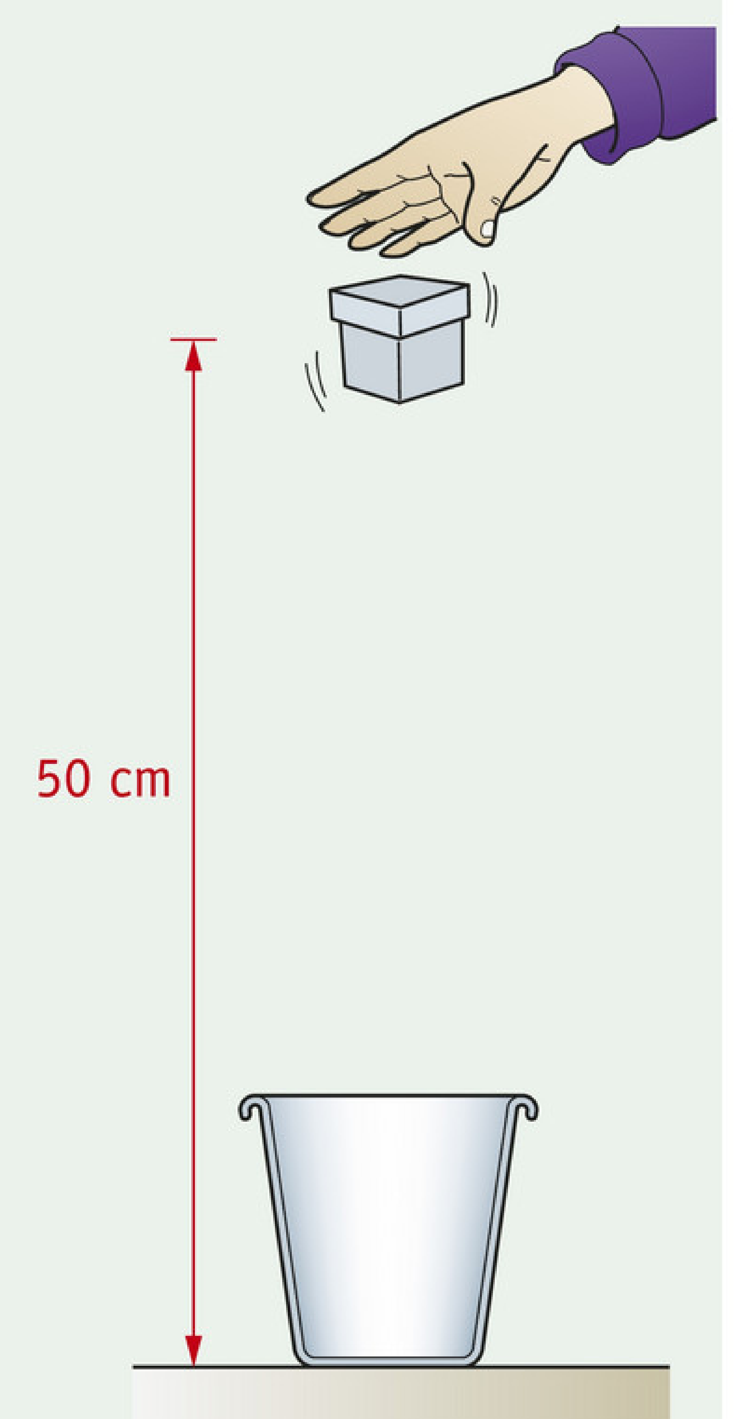
## Proef 5 Is een helm veiliger?

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 hard gekookt ei
- ☐ 1 stuk schuimplastic (ongeveer 5 cm dik)
- ☐ 1 kartonnen doosje waar het ingepakte ei precies in past
- ☐ 1 emmer
- ☐ 1 rol plakband
- ☐ 1 duimstok of lat van 1 meter
- ☐ 1 veiligheids-bril

### Uitvoering

- Pak het ei rondom in met schuimplastic.
- Doe het ingepakte ei voorzichtig in het kartonnen doosje en plak het deksel dicht.
- Laat van ongeveer 50 cm hoogte het doosje in de emmer vallen (afbeelding 52).
- Pak het doosje met het ei uit de emmer.
- Haal het ei voorzichtig uit het doosje.
- Haal het schuimplastic eraf.




▲ **afbeelding 52**
Zo doe je proef 5.

**1** Is het ei in het schuimplastic heel gebleven?
Het ei is WEL / NIET heel gebleven.

- Pak het ei zonder schuimplastic eromheen.
- Laat het ei van 20 cm hoogte in de emmer vallen.

**2** Het ei is nu WEL / NIET heel gebleven.

**3** Wanneer is de kracht op het ei het grootst?
MET SCHUIMPLASTIC / ZONDER SCHUIMPLASTIC

**4** Wanneer is de remweg het grootst?
De remweg is MET / ZONDER schuimplastic het grootst.

**5** Wanneer wordt de kracht op het ei het best verdeeld?
- ☐ A met schuimplastic
- ☐ B zonder schuimplastic
- ☐ C Het maakt geen verschil of er schuimplastic om het ei zit of niet.

**6** Het doosje en het schuimplastic om het ei hebben dezelfde werking als een helm.
Welk voordeel heeft het dragen van een helm op een scooter?
De krachten van een botsing worden door de helm WEL / NIET goed opgevangen.
De kans op zware verwondingen is daardoor KLEINER / GROTER.

**7** Vind je het terecht dat voor een scooter-rijder een helm verplicht is?

Ik vind dat WEL / NIET terecht, want ______________________________

______________________________________________

8 De regering wil dat mensen op een snor-scooter ook een helm gaan dragen.
Waarom wil de regering dat verplichten?
- ☐ A om meer boetes te kunnen geven
- ☐ B om het aantal zwaargewonden te verminderen
- ☐ C om ongelukken te voorkomen
- ☐ D om mensen meer belasting te laten betalen

9 Een hoofd met een valhelm kun je vergelijken met het ingepakt ei.
Met welke onderdelen kun je het ingepakte ei vergelijken? Vul in tabel 7 de juiste onderdelen in.

▼ **tabel 7** valhelm

| hoofd met valhelm | ingepakt ei |
|---|---|
| schedel van je hoofd | |
| zachte binnenkant van de helm | |
| harde buitenkant van de helm | |

De conclusie van deze proef is: een goede helm heeft een harde buitenkant en een zachte binnenkant.

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**144** Waarom is het op een scooter of motor gevaarlijker dan in een auto?
- ☐ A Scooters en motors rijden te langzaam.
- ☐ B Scooters en motors rijden altijd harder dan auto’s.
- ☐ C Scooters en motors hebben geen veiligheids-maatregelen.
- ☐ D Er zijn geen verkeers-regels voor scooters en motors.

**145** Welke motor-kleding geeft een motor-rijder bescherming?
- ☐ A alleen de helm
- ☐ B alleen het motor-pak
- ☐ C alleen de motor-laarzen
- ☐ D A, B en C geven allemaal bescherming.

**146** Voor een brom-scooter gelden aparte verkeers-regels.
Hoe snel mag een brom-scooter op het fietspad in de stad rijden?

______________

**147** Hoe snel mag een brom-scooter buiten de stad rijden?

______ km/h op het (brom)fietspad

______ km/h op de rijbaan

**148** Hoe weet je dat je in de bebouwde kom rijdt?

De bebouwde kom herken je aan ______________________________ .

**149** Hoe hard mag een snor-scooter rijden?

_____________

## Onthouden!

Remmen kost kracht.
Een zwaar voertuig afremmen kost veel kracht.
Een licht voertuig afremmen kost minder kracht.
Een voorwerp met veel massa heeft een grote traagheid.
Door de kreukel-zone wordt de remweg langer.
Bij een langere remweg zijn de krachten kleiner.
Een veiligheids-gordel vergroot de remweg.
Met een veiligheids-gordel blijf je op je stoel zitten.
Een airbag vangt je lichaam en hoofd op bij een botsing.
De hoofdsteun beschermt je nek.
Een kooi-constructie versterkt de auto.
Bestuurders van brom-scooters en motors beschermen zich met een helm en speciale kleding.

# 6 Test Jezelf

## Waar / niet waar-vragen

| | waar | niet waar |
|---|---|---|
| 1 De snelheid in het verkeer geef je aan in km/h. | | |
| 2 Snelheid bereken je met de formule: snelheid = afstand : tijd. | | |
| 3 Meter per seconde is een eenheid van snelheid. | | |
| 4 Een trein heeft altijd een constante snelheid. | | |
| 5 Op de fiets heb je geen tegenwerkende krachten. | | |
| 6 1 m/s is even snel als 1 km/h. | | |
| 7 Door de aandrijvende kracht wordt een fiets afgeremd. | | |
| 8 Wind is altijd een meewerkende kracht. | | |
| 9 Als je moe bent, reageer je langzamer dan wanneer je fit bent. | | |
| 10 Bij een eenparige beweging wordt de snelheid groter. | | |
| 11 Bij dezelfde remkracht staat een zware auto sneller stil dan een lichte auto. | | |
| 12 De reactie-afstand hangt alleen af van de snelheid. | | |
| 13 De remweg bereken je met de formule: remweg = stop-afstand + reactie-afstand. | | |
| 14 Door de kreukel-zone van een auto wordt de remweg bij een botsing langer. | | |
| 15 Een vertraagde beweging zie je in een grafiek als een dalende lijn. | | |
| 16 Bij een botsing van voren vergroot een veiligheids-gordel de remweg van de mensen in de auto. | | |
| 17 Bij een botsing van achteren beschermt de hoofdsteun je hoofd en je nek. | | |
| 18 Door een airbag botst een auto minder hard. | | |
| 19 Als de netto-kracht op een rijdende auto 0 N is, is de snelheid eenparig. | | |
| 20 Om motor-rijders bij een val te beschermen, is alleen een helm nodig. | | |

## Meerkeuze-vragen

**1** Een wedstrijd voor wielrenners is 120 kilometer lang. De winnaar van de wedstrijd doet er precies 3 uur over.
Hoe groot is de gemiddelde snelheid van de winnaar?
- ☐ A 120 × 3 = 360 km/h
- ☐ B 120 : 3 = 40 km/h
- ☐ C 120 + 3 = 123 km/h
- ☐ D 120 – 3 = 117 km/h

**2** Dick gaat met zijn ouders een weekend naar zee. Ze zijn 4 uur onderweg om aan zee te komen. Vader zegt: "We hadden een gemiddelde snelheid van 50 kilometer per uur."
Dick rekent uit: 50 × 4 = 200.
Wat rekent Dick uit?
- ☐ A de grootste snelheid
- ☐ B de afgelegde afstand
- ☐ C de kortste weg naar zee
- ☐ D de snelste weg naar zee

**3** Welke van de volgende beweringen is waar?
- ☐ A Op een rijdende auto werken alleen aandrijvende krachten.
- ☐ B Op een rijdende auto werkt alleen de luchtweerstand.
- ☐ C Op een rijdende auto werkt de aandrijvende kracht en tegenwerkende krachten.
- ☐ D Op een rijdende auto werkt alleen de zwaartekracht.

**4** Wat weet je over de aandrijvende kracht als je wegrijdt op een scooter?
- ☐ A De aandrijvende kracht is kleiner dan de tegenwerkende kracht.
- ☐ B De aandrijvende kracht is even groot als de tegenwerkende kracht.
- ☐ C De aandrijvende kracht is groter dan de tegenwerkende kracht.
- ☐ D De aandrijvende kracht is alleen groter dan de tegenwerkende kracht als er iemand achter op de scooter zit.

**5** Saskia gaat met de bus naar school. Omdat het erg druk is, zijn alle zitplaatsen bezet en moet ze staan. De chauffeur moet heel hard remmen. Het voelt alsof Saskia naar voren wordt geduwd.
Hoe komt dat?
- ☐ A door de traagheid
- ☐ B door de zware tas die Saskia altijd bij zich heeft
- ☐ C omdat Saskia staat
- ☐ D omdat Saskia bukt

**6** Om een rijdende auto af te remmen, is remkracht nodig.
Wanneer heb je de grootste remkracht nodig?
- ☐ A als je snel afremt bij een kleine snelheid
- ☐ B als je snel afremt bij een grote snelheid
- ☐ C als je langzaam afremt bij een kleine snelheid
- ☐ D als je langzaam afremt bij een grote snelheid

**7** In auto's zijn veiligheids-voorzieningen ingebouwd.
Welke veiligheids-voorzieningen zorgen allebei voor een langere remweg?
- ☐ A de kreukel-zone en de kooi-constructie
- ☐ B de kreukel-zone en de veiligheids-gordels
- ☐ C de kooi-constructie en de airbag
- ☐ D de veiligheids-gordels en de kooi-constructie

**8** Kenneth heeft een snor-scooter. Hij heeft zijn snor-scooter opgevoerd. Kenneth kan nu even hard rijden als een gewone scooter.
Waarom is het verboden om een snor-scooter op te voeren?
- ☐ A omdat de snor-scooter dan te weinig benzine verbruikt
- ☐ B omdat de remmen nu warm gaan lopen
- ☐ C omdat hij bij ongelukken ernstiger gewond kan raken, vooral aan zijn hoofd
- ☐ D omdat hij op een snor-scooter geen helm mag dragen

**9** Op welke zitplaats in een auto heb je een hoofdsteun nodig voor de veiligheid?
- ☐ A alleen achter het stuur
- ☐ B alleen naast de bestuurder
- ☐ C alleen achter in de auto
- ☐ D op alle plaatsen in de auto

**10** De bestuurder van een auto vergroot zijn snelheid.
In welke richting werkt de netto-kracht op de auto?
- ☐ A in de rij-richting
- ☐ B tegen de rij-richting in
- ☐ C in alle richtingen
- ☐ D De netto-kracht is nul als je de snelheid vergroot.

## Open vragen

**1** Johan fietst met een omweg van Breda naar Tilburg. De afstand die hij aflegt, is 60 kilometer. Hij doet over deze afstand 3 uur.
Bereken de gemiddelde snelheid van Johan. Schrijf eerst de formule op.

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

gemiddelde snelheid = ______________________________

**2** Schrijf drie tegenwerkende krachten op die je bij het fietsen kunt hebben.

______________________________________________________________

______________________________________________________________

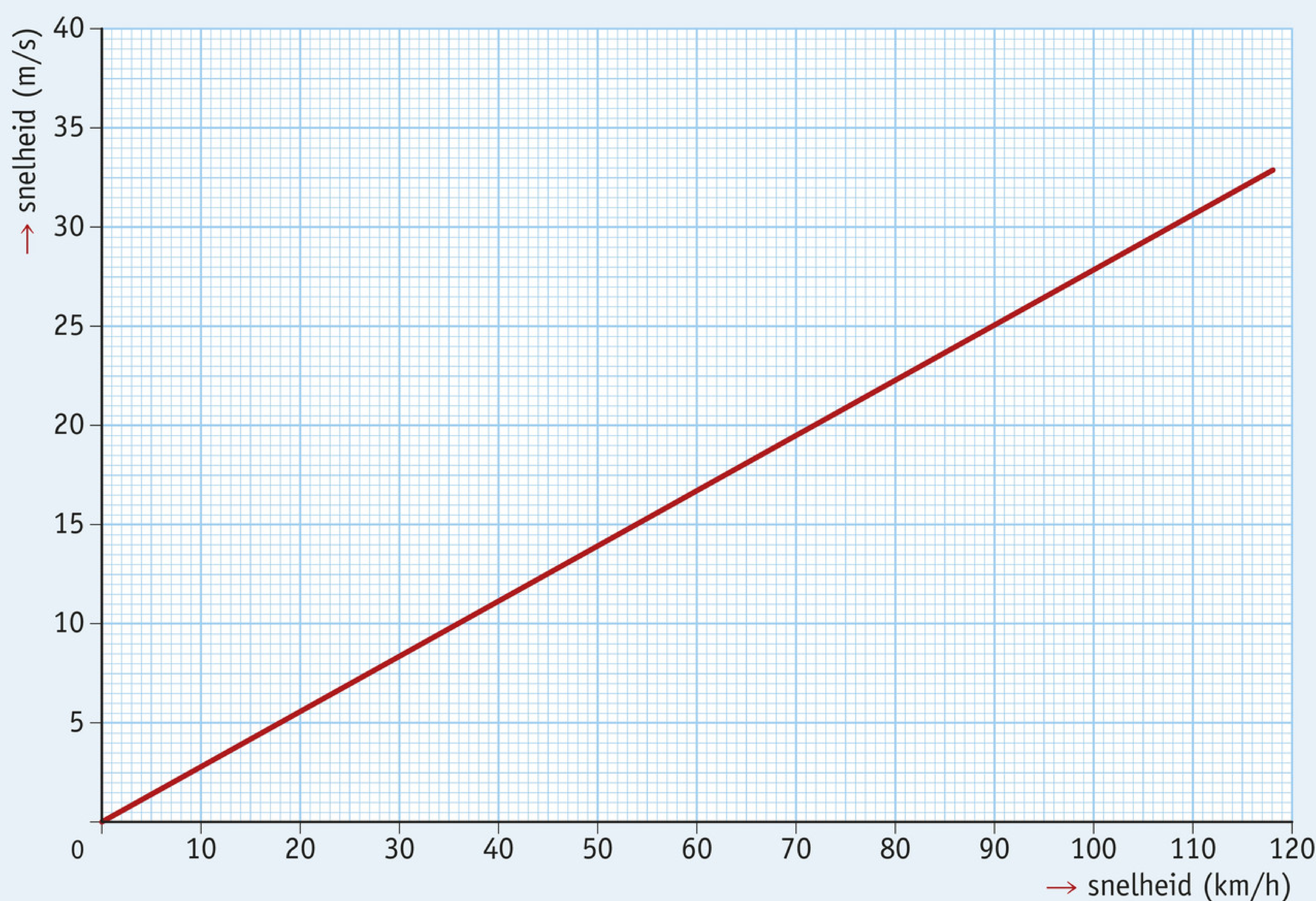
______________________________________________________________

**3** Je zit bij je vader in de auto. De auto rijdt over een snelweg. De snelheids-meter geeft 1,5 uur lang dezelfde snelheid aan. Jullie hebben 165 kilometer afgelegd.
Reken uit hoe snel jullie in die tijd hebben gereden. Schrijf eerst de formule op.

snelheid = ______________________________

snelheid = ______________________________

snelheid = ______________________________




▲ **afbeelding 53**
Met deze grafiek kun je km/h naar m/s omzetten en omgekeerd.

**4** Zet met de grafiek van afbeelding 53 de snelheden om.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 m/s | = | ________ | km/h | 36 km/h | = | ________ | m/s |
| 30 m/s | = | ________ | km/h | 54 km/h | = | ________ | m/s |
| 20 m/s | = | ________ | km/h | 90 km/h | = | ________ | m/s |

**5** Beantwoord de volgende vragen.

**a** Waardoor wordt een brom-scooter-rijder beschermd als hij valt?

________________________________________

**b** Schrijf drie veiligheids-maatregelen op die in een auto zitten.

________________________________________

________________________________________



# 3 Stoffen en materialen

Inhoud



**Startvraag**

Schrijf vijf dingen op die je weet over stoffen.

______________________________

______________________________

______________________________

______________________________

______________________________

______________________________

# 1 Metalen

De meeste metalen zijn hard en glanzend. Maar er zijn ook zachte metalen, en metalen die snel dof worden.

In afbeelding 1 zie je enkele metalen.

a Twee medailles, één van goud en één van zilver. Goud is geel en zilver is grijs.
b Het metaal tin. Tin gebruik je om te solderen.
c Dit is kwik. Kwik is vloeibaar bij kamer-temperatuur.


a


b


c

▲ **afbeelding 1**
enkele metalen

Metalen worden gebruikt, omdat ze stevig zijn. Metalen zijn goed te bewerken. Metalen zijn goede **geleiders** voor warmte en elektriciteit. De meeste metalen glanzen. Sommige metalen kun je herkennen aan de kleur. Koper is bruin. Goud en messing zijn geel.

Veel metalen worden aangetast door water, zuur of zuurstof. Bijvoorbeeld zure regen of de zuurstof in de lucht. Het metaal wordt dof en er komt een dun laagje op. Dit noem je **oxideren**. Bij ijzer zeg je roesten. Op het metaal komt een laagje roest. Het metaal glanst niet meer.

Goud en zilver zijn bijzondere metalen. Goud en zilver kunnen wél goed tegen water, zuur en zuurstof. Ze oxideren niet. Er komt geen oxide-laagje op. Deze metalen noem je **edelmetalen**. Omdat goud en zilver altijd blijven glanzen, worden er sieraden van gemaakt.

## Proef 1 Verschillende metalen

### Wat je nodig hebt
- ☐ 1 stukje (geroest) ijzer
- ☐ 1 stukje (geoxideerd) koper
- ☐ 1 stukje messing
- ☐ 1 stukje aluminium
- ☐ 1 stukje zink
- ☐ 1 stukje lood
- ☐ 1 stukje schuurpapier
- ☐ 6 velletjes kladpapier
- ☐ 1 vergrootglas

### Uitvoering
- Leg de stukjes metaal op tafel in de volgorde: ijzer, koper, messing, zink, aluminium en lood.
- Bekijk het stukje ijzer goed.

**1** Zet in tabel 1 een kruisje bij de juiste kleur. Het kan zijn dat je meer kleuren ziet. Je mag dan meer kruisjes zetten.

▼ **tabel 1** verschillende metalen en hun kleur

| metaal | geel | grijs | zilver | roodbruin | wit |
|---|---|---|---|---|---|
| ijzer | | | | | |
| koper | | | | | |
| messing | | | | | |
| zink | | | | | |
| aluminium | | | | | |
| lood | | | | | |

- Bekijk nu het stukje koper.

**2** Zet in tabel 1 een kruisje bij de juiste kleur of kleuren voor koper.

**3** Zet in de tabel een kruisje bij de kleuren van de andere metalen.

- Pak het stukje ijzer en leg het op een kladpapiertje.
- Schuur een stukje van het ijzer.
  Schuur ongeveer 20 seconden, kijk op je horloge of tel langzaam tot 20.
  Zorg ervoor dat de geschuurde deeltjes ijzer en roest op het kladpapier vallen.
- Bekijk het stukje ijzer op de plaats waar je hebt geschuurd.

**4** Op de schoon geschuurde plaats glanst het ijzer WEL / NIET.

Bekijk met het vergrootglas de stukjes roest op het kladpapier.
- Let op de glans en de kleur.

5 Het geroeste ijzer is WEL / NIET bruin van kleur.

6 De geroeste stukjes glanzen WEL / NIET.

- Leg nu het stukje koper op een ander kladpapiertje.
- Schuur een stukje van het koper.
  Schuur ook hier ongeveer 20 seconden.
  Zorg ervoor dat de geschuurde deeltjes koper op het kladpapier vallen.
- Bekijk het stukje koper op de plaats waar je hebt geschuurd.

7 Op de schoon geschuurde plaats glanst het koper WEL / NIET.

- Bekijk met het vergrootglas de geoxideerde stukjes op het kladpapier.

8 Welke kleur heeft het geoxideerde stukje koper?

______________________________________________________________

9 De geoxideerde stukjes glanzen WEL / NIET.

- Schuur ook de andere metalen.
  Schuur steeds 20 seconden.
- Bekijk de geschuurde deeltjes onder het vergrootglas.

10 Bekijk de geschuurde metalen.
Zet in tabel 1 een rondje bij de juiste kleur. Je kunt maar één rondje per metaal zetten.

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

1 Een metaal dat niet is aangetast, herken je WEL / NIET aan zijn glans.

2 Metalen zijn GOEDE / SLECHTE warmte-geleiders.

3 Metalen zijn GOEDE / SLECHTE geleiders van elektriciteit.

4 Waardoor is een metaal dat niet glanst vaak aangetast?
- ☐ A door zuurstof
- ☐ B door stikstof
- ☐ C door koolstof
- ☐ D door waterstof

5 Noem twee edelmetalen. ______________________________

▼ **tabel 2** metalen en hun afkorting

| metaal | afkorting |
|---|---|
| cadmium | Cd |
| goud | Au |
| ijzer | Fe |
| koper | Cu |
| kwik | Hg |
| lood | Pb |
| natrium | Na |
| zilver | Ag |
| zink | Zn |

## Afkortingen

Bij natuur- en scheikunde schrijf je metalen vaak met een afkorting. De afkorting van een metaal is altijd twee letters. Bijvoorbeeld voor zink schrijf je: Zn. De eerste letter is een hoofdletter (Z). De tweede letter is een kleine letter (n).

In tabel 2 staan alle metalen waarvan je de afkorting moet kennen.

Misschien valt je iets op. Bij sommige metalen zitten de letters van de afkorting ook in de naam van het metaal. Bijvoorbeeld bij zink (Zn) en bij cadmium (Cd). Maar bij andere metalen niet. Bijvoorbeeld bij ijzer (Fe). Dat komt doordat de afkortingen uit een andere taal komen. Deze afkortingen worden in alle landen van de wereld gebruikt. Ze zijn niet Nederlands, maar internationaal.

## Opgaven

**6** Met welke letters wordt ijzer afgekort?
- ☐ A fE
- ☐ B FE
- ☐ C Fe
- ☐ D fe

**7** Welk metaal wordt aangegeven met de letters Pb? __________

**8** Jeroen schrijft: “Het metaal met de afkorting Cu geleidt elektrische stroom zeer goed.”

Welk metaal bedoelt Jeroen hier? ____________

**9** Welke metalen hebben dezelfde kleur?
- ☐ A Au en Fe
- ☐ B Cu en Ag
- ☐ C Ag en Hg
- ☐ D Au en Pb

**10** Van welk metaal is Na de afkorting? ________________

**11** Schroeven en moeren worden vaak tegen roest beschermd door een dun laagje zink.

Met welke letters wordt zink aangegeven? ________

**+12** In de volgende regels komen verschillende metalen voor. Zie jij welke metalen?
Het metaal is soms verstopt in een woord, lees dus goed.
Schrijf de metalen en hun afkortingen in tabel 3. Als voorbeeld is het eerste metaal uit regel 1 al gegeven.

1 Een loodgieter werkt vaak met metalen.
2 Een goudsmid maakt sieraden.
3 Buizen van koper worden vaak gebruikt als waterleiding.
4 Een lamp waarin natrium wordt gebruikt, geeft geel licht.
5 Cadmium zit in oplaadbare batterijen.
6 IJzer is een veel gebruikt metaal.
7 In de elektro-techniek zijn schakelcontacten vaak van zilver.
8 Kwik is een vloeibaar metaal.
9 De meeste metalen zijn zo zwaar dat ze zinken in water.

▼ **tabel 3** metalen en hun afkorting

| regel | metaal | afkorting |
|---|---|---|
| 1 | lood | Pb |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |

## IJzer (Fe)

Veel dingen worden gemaakt van staal. Staal bestaat voor 99% uit **ijzer**. De afkorting van ijzer is **Fe**. Staal is sterk, goedkoop en goed te bewerken. Staal is goed te **verspanen**. Je kunt het boren, zagen of frezen. Van staal worden onderdelen gemaakt, bijvoorbeeld voor bruggen en fietsen (afbeelding 2).


ⓐ


ⓑ

▲ **afbeelding 2**
Van staal kun je onderdelen maken voor bruggen en fietsen.



▲ **afbeelding 3**
Bouten en moeren worden vaak verzinkt.

Staal moet je beschermen tegen **roesten**. Bijvoorbeeld door het staal te verven. Ook kun je op het staal een ander metaal aanbrengen, dat niet roest. Bijvoorbeeld zink. Bouten en moeren worden vaak tegen roesten beschermd door zink (Zn). Het zink zit in een dun laagje op de bouten en moeren. Deze manier om metaal te beschermen, noem je **verzinken** (afbeelding 3).

## Beroep

### Plaatwerker

Sanne is plaatwerker. Ze heeft geleerd om te lassen, draaien en frezen. Ze werkt bij een internationaal bedrijf. Daar maken ze onderdelen voor auto's en bussen. Sanne werkt met verschillende machines.

Op de linkerfoto staat ze bij een grote rol plaatstaal. Van dit metaal worden onderdelen gemaakt. Op de andere foto staat ze bij een grote 'stempel'. Met deze stempel maken ze vormen van de rollen plaatstaal. Met één stempel worden duizenden auto-onderdelen gemaakt.




(a)




(b)

▲ **afbeelding 4**
Sanne is plaatwerker.

## Opgaven

**13** Van welk metaal worden spoorrails gemaakt?
- ☐ A Ag
- ☐ B Au
- ☐ C Hg
- ☐ D Fe

**14** Schrijf twee redenen op waarom bruggen vaak van staal worden gemaakt.

– ______________________________

– ______________________________

**15** Welk metaal wordt vaak gebruikt om schroeven en moeren te beschermen tegen roesten?

______________________________

**16** Je hebt vast wel eens een blikje cola of een andere frisdrank gedronken. Deze blikjes zijn gemaakt van dunne plaatjes staal. Het staal kan door de drank in het blikje worden aangetast. Daarom wordt het staal beschermd door een dun laagje tin (afkorting Sn). Waarom zit aan de buitenkant van het blikje ook een laagje tin?
- ☐ A Dan blijft het blikje mooier.
- ☐ B Zo is het blikje goedkoper dan een stalen blikje.
- ☐ C Het blikje blijft mooier en roest niet aan de buitenkant.
- ☐ D Dan kun je gemakkelijker uit het blikje drinken.

**17** Welk gereedschap wordt gebruikt om deuren van auto's in de goede vorm te persen?
- ☐ A een lasapparaat
- ☐ B een stempel
- ☐ C een freesmachine
- ☐ D een draaibank



▲ **afbeelding 5**
Waterleiding-buis is van koper.

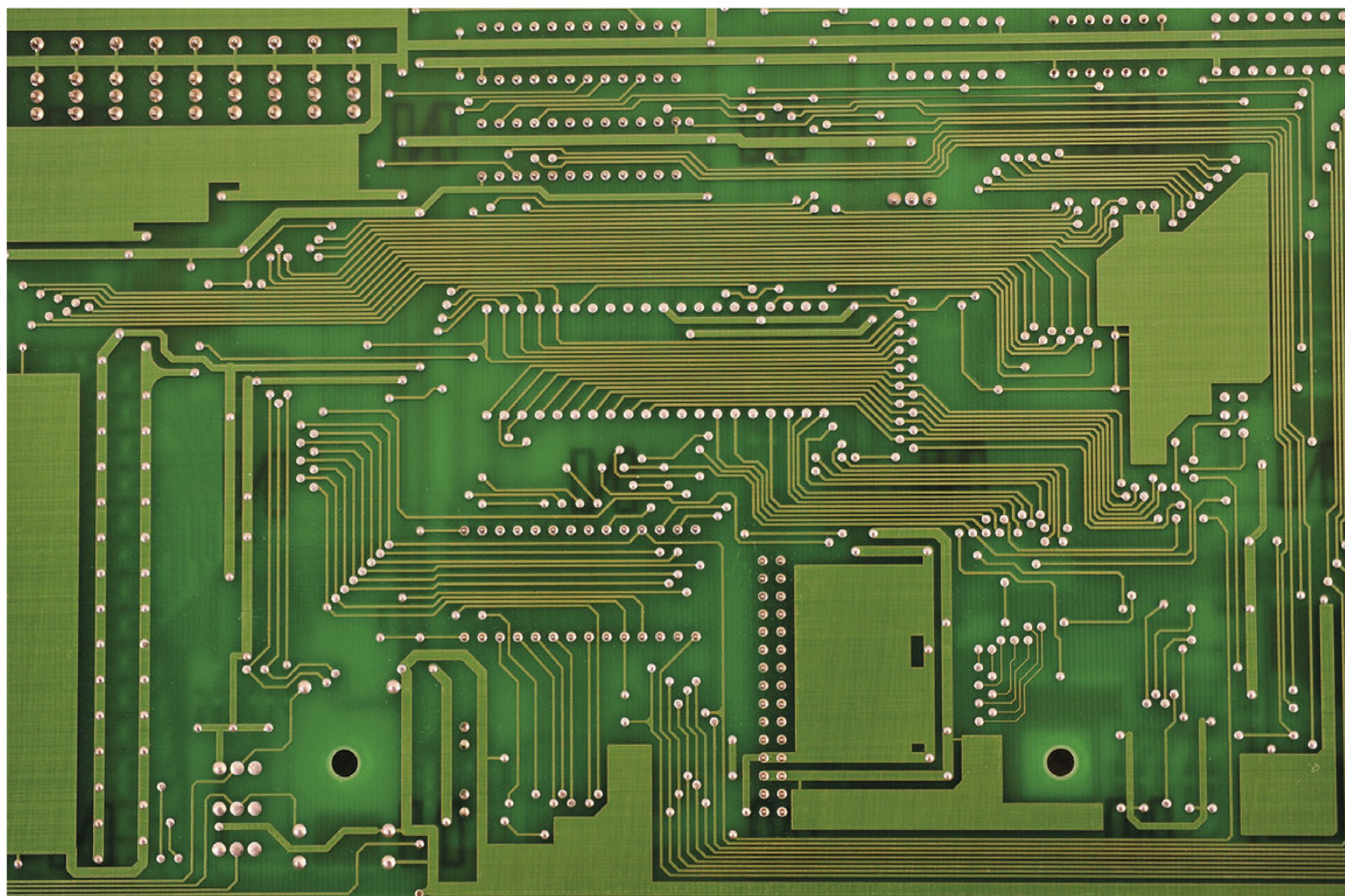
## Zink (Zn)

De afkorting van **zink** is **Zn**. Als zink wordt aangetast door water of lucht, komt er een beschermend laagje op. Het zink gaat dan niet verder kapot. Je kunt andere metalen beschermen tegen oxideren door ze te verzinken. Zink wordt gebruikt voor dakgoten en daken.

## Koper (Cu)

De afkorting van **koper** is **Cu**. Koper is een glanzend, rood-bruin metaal. Koper is goed te bewerken. Je kunt het gemakkelijk buigen en je kunt het solderen met soldeer-tin. Daarom wordt koper gebruikt voor waterleiding-buizen (afbeelding 5). Ook gasbuis is van koper.

Elektriciteits-draad is ook van koper, want koper geleidt de elektriciteit erg goed. In veel elektronische apparaten zit een **printplaat** (afbeelding 6). Een printplaat is een elektrische schakeling. De schakeling stuurt het apparaat aan. De banen op de printplaat zijn van koper. Op het koper worden elektrische onderdelen gesoldeerd.



▲ **afbeelding 6**
In de printplaat zitten banen van koper.



▲ **afbeelding 7**
een kraan van koper met een laagje chroom

Koper wordt aangetast door water en zuurstof. Door het **oxideren** verliest het koper zijn mooie glans. Aangetast koper is donkerbruin en dof. Een koperen kraan wordt daarom vaak beschermd met een laagje chroom (afbeelding 7). Deze manier om metaal te beschermen, noem je **verchromen**.

## Beroep

### Monteur elektro-technische industriële producten en systemen

Danny maakt onderdelen voor elektro-technische producten en systemen. Hij vindt het leuk om uitvoerend, praktisch werk te doen. Danny heeft veel te maken met elektro-techniek en elektronica. Hij bouwt besturings-kasten en panelen. Soms heeft hij ook te maken met ICT en werktuigbouwkunde. Danny werkt graag met zijn handen en doet veel taken zelfstandig.



▲ **afbeelding 8**
Danny is elektro-monteur.

## Opgaven

**18** Van welk metaal worden dakgoten gemaakt? Schrijf de afkorting op. ________

**19** Koper wordt als elektriciteits-draad gebruikt, omdat het de elektrische stroom WEL / NIET goed geleidt.

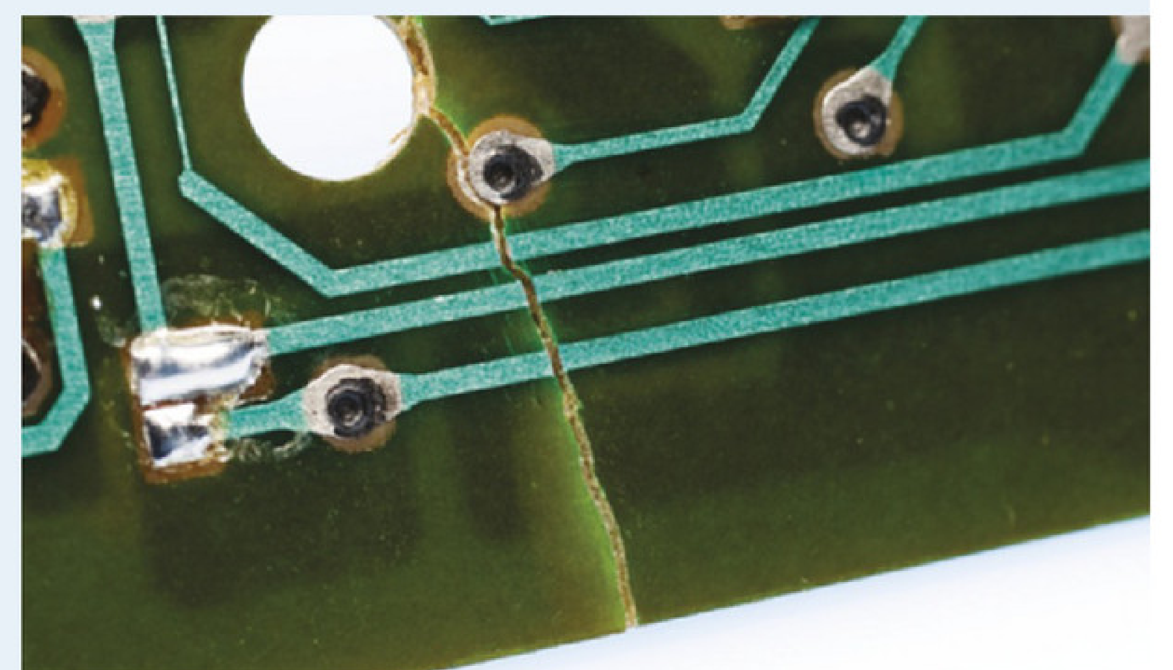
**20** Het stuur van je fiets is gemaakt van staal. Op de buitenkant zit een laagje chroom. Hierdoor blijft je stuur glanzen.
Wat is nog een belangrijke reden waarom er chroom op het ijzer van je stuur zit?

______________________________________________

Lees het volgende stukje tekst en bekijk afbeelding 9. Maak daarna opgave 21 tot en met 25.

Emine loopt op de speelplaats met haar mp3-speler in haar hand. Emine loopt tegen Gorden aan, waardoor ze haar mp3-speler op de grond laat vallen. Als Emine de oordopjes weer in haar oren doet, werkt de mp3-speler niet meer.
Gorden leert voor elektricien en belooft Emine de mp3-speler te repareren. In het praktijk-lokaal vertelt hij zijn leraar wat er is gebeurd. De leraar laat Gorden zo veel mogelijk zelf de mp3-speler repareren.
Gorden haalt de mp3-speler uit elkaar en ziet niets wat kapot is. De leraar geeft hem een vergrootglas en laat Gorden nog eens zoeken. Door het vergrootglas ziet Gorden dat de printplaat gebroken is. In afbeelding 9 zie je de gebroken printbanen.

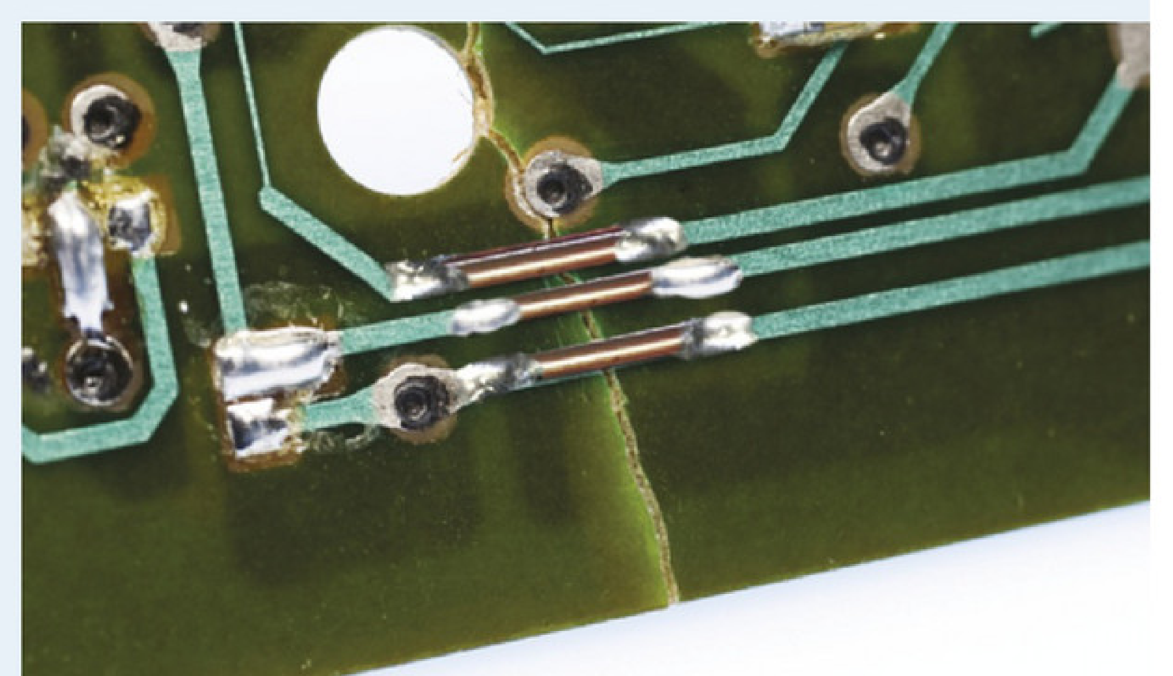
**21** Hoeveel gebroken printbanen zie je op de foto?
- ☐ A 1
- ☐ B 2
- ☐ C 3



▲ **afbeelding 9**
de gebroken printplaat

**22** Waarom werkt de mp3-speler niet meer?
- ☐ A omdat tijdens het vallen de batterijen ontladen zijn
- ☐ B omdat de elektrische stroom niet door de gebroken printbanen kan lopen
- ☐ C omdat de oordopjes door de val verstopt zijn geraakt

De printbanen zijn bedekt met een laagje groene lak. Dat beschermt het koper tegen oxideren. Gorden maakt de printbanen voorzichtig schoon met een stukje schuurpapier. Dan knipt hij kleine stukjes koperdraad. Deze stukjes legt hij op de gebroken printbanen. Nu soldeert hij de draadjes op de printbanen (afbeelding 10). Hij zet de mp3-speler aan en houdt een oordopje bij zijn oor. Als hij muziek hoort, weet hij dat de reparatie gelukt is.



▲ **afbeelding 10**
de gerepareerde printplaat

**23** Waarom maakt Gorden de printbanen schoon met schuurpapier?
- ☐ A omdat hij dan een goede soldeer-verbinding kan maken
- ☐ B dan ziet hij de breuk beter zitten
- ☐ C dan kan hij zien of de printbaan wel van koper is
- ☐ D omdat een glanzende breuk beter werkt dan een niet-glanzende breuk

**24** Geef twee redenen waarom Gorden koperdraad gebruikt.
- Koper geleidt de elektrische stroom WEL / NIET heel goed.
- Koper is WEL / NIET goed te solderen.

**25** Wat is de afkorting van koper? ________

## Lood (Pb)

Het metaal **lood** is zwaar en erg zacht. Je kunt het gemakkelijk vormen. Lood wordt gebruikt om daken waterdicht te maken (afbeelding 11). De afkorting van lood is **Pb**.



▲ **afbeelding 11**
Lood (Pb) wordt gebruikt op daken.




▲ **afbeelding 12**
een schort met lood erin

In het ziekenhuis maken ze röntgen-foto's. Daarbij komt gevaarlijke straling vrij. Lood houdt die straling tegen. Daarom draagt de arts een schort met lood erin (afbeelding 12). Zo wordt zijn lichaam beschermd.



▲ **afbeelding 13**
In een horloge zit een kwik-batterij.

## Kwik (Hg)

De afkorting van **kwik** is **Hg**. De bijzondere eigenschap van kwik is dat het vloeibaar is bij kamer-temperatuur. Omdat vloeistoffen verdampen, moet je met kwik voorzichtig zijn. De damp van kwik is erg giftig. Kwik wordt gebruikt in kleine batterijen, zoals die in een horloge (afbeelding 13).

In oude thermometers zit kwik. Als zo'n thermometer breekt, kunnen er giftige dampen vrijkomen. Kwik is erg schadelijk voor het milieu. Daarom mag je voorwerpen met kwik niet zomaar weggooien. Kwik moet in de milieu-bak voor **klein chemisch afval**. Klein chemisch afval kort je af met **kca**.

## Opgaven

**26** Carla werkt in een ziekenhuis op de röntgen-afdeling. Als Carla een röntgen-foto maakt, draagt ze een schort met lood erin.
Waarom moet Carla een loden schort dragen bij het maken van röntgen-foto's?
- ☐ A omdat loden schorten in de mode zijn
- ☐ B omdat fotografen altijd loden schorten dragen
- ☐ C omdat lood de gevaarlijke straling tegenhoudt
- ☐ D omdat de röntgen-foto's dan beter lukken

**27** Wat weet je van kwikdamp?
Kwikdamp is WEL / NIET erg giftig.

**28** Lood en kwik mogen niet in het milieu komen.
Daarom mag een lege kwik-batterij WEL / NIET in een afvalbak.

**29** Pieter heeft een politie-autootje. Als hij vroeger op de auto drukte, loeide een sirene en knipperden de lampjes. Nu werken de sirene en de lampjes niet meer. Er is nog meer aan het autootje stuk. Daarom wil Pieter het autootje wegdoen.
Waarin moet Pieter het autootje weggooien?
- ☐ A in de grofvuil-container
- ☐ B in de afvalbak
- ☐ C in de glasbak
- ☐ D in de milieu-bak voor kca

**30** Wat zijn de afkortingen van lood en van kwik?

De afkorting van lood is ________ en van kwik is ________ .

## Goud (Au)

De winnaar van een belangrijke sport-wedstrijd krijgt een medaille van **goud**. Goud is een kostbaar metaal. Het wordt niet aangetast door water of lucht, maar blijft altijd glanzen. Omdat goud niet oxideert, is het een **edelmetaal**.

De afkorting van goud is **Au**. Goud is een goede geleider, nog beter dan koper. Elektrische contacten zijn daarom vaak van goud gemaakt (afbeelding 14). Maar goud is erg duur. Daarom gebruiken ze soms ook koper met een dun laagje goud erop. Als je een dun laagje goud aanbrengt op een ander metaal, noem je dat **vergulden**.




▲ **afbeelding 14**
De contacten op kabels voor elektronica zijn van goud of verguld.

## Zilver (Ag)

Zilver is een edelmetaal, net als goud. Het oxideert wel, maar heel langzaam. **Zilver** is een kostbaar metaal, maar het is goedkoper dan goud. De tweede plaats bij een wedstrijd krijgt een medaille van zilver (afbeelding 15). Van zilver worden ook sieraden gemaakt. De afkorting van zilver is **Ag**.




▲ **afbeelding 15**
De winnaar krijgt goud, de tweede krijgt zilver.

## Opgaven

**31** In de harddisk van een computer zitten gouden contacten.
Waarom gaat er bijna nooit informatie verloren, ondanks het vele schakelen?
- ☐ A omdat gouden contacten niet worden aangetast
- ☐ B omdat gouden contacten duur zijn
- ☐ C omdat gouden contacten een mooie, gele kleur hebben
- ☐ D omdat goud ook gebruikt wordt om sieraden van te maken

**32** Om het licht aan en uit te schakelen, gebruik je een schakelaar. De contacten in een schakelaar zijn van zilver.
Geef twee redenen waarom in schakelaars zilveren contacten worden gebruikt.
- Zilveren contacten oxideren WEL / NIET.
- Zilver is DUURDER / GOEDKOPER dan goud.

**33** Bas heeft een verguld horloge.
Van welk metaal is het horloge gemaakt en welk metaal beschermt het horloge tegen oxideren?
- ☐ A Het horloge is van staal en wordt door zilver beschermd tegen oxideren.
- ☐ B Het horloge is van zilver en wordt door chroom beschermd tegen oxideren.
- ☐ C Het horloge is van goud en wordt zo beschermd tegen oxideren.
- ☐ D Het horloge is van koper en wordt door goud beschermd tegen oxideren.

**34** Miranda heeft een bril met meekleurend glas. In dit glas is een klein beetje zilver verwerkt. Als er veel licht op het glas valt, wordt het glas donker. Valt er weinig licht op het glas, dan ziet het eruit als gewoon glas. Als Miranda in de zon loopt, lijkt het of ze een zonnebril draagt.
Het glas van haar bril is dan WEL / NIET donker gekleurd.

**35** Welke kleur hebben de brillenglazen van Miranda in het klaslokaal?
- ☐ A de kleur van gewoon glas
- ☐ B een donkere kleur



## Natrium (Na)

**Natrium** is een bijzonder metaal. Natrium komt niet in de natuur voor. Het kan wel uit andere stoffen worden gehaald. Bijvoorbeeld uit zout en soda, want daarin zit natrium. De afkorting van natrium is **Na**.

Natrium wordt bewaard onder petroleum. Op die manier komt het niet in contact met water of met lucht. In afbeelding 16 zie je wat er gebeurt als natrium wel in contact komt met water of lucht. Het natrium gaat meteen branden.

◀ **afbeelding 16**
Zuiver natrium gaat branden in lucht of water.



▲ **afbeelding 17**
Geel licht komt van natrium-lampen.

Natrium wordt soms gebruikt in lampen, bijvoorbeeld in lantaarnpalen (afbeelding 17). Deze natrium-lampen geven geel licht.

## Cadmium (Cd)

In batterijen zit vaak **cadmium**. De afkorting van cadmium is **Cd**. Cadmium komt niet in de natuur voor als zuivere stof. Het wordt uit andere stoffen gehaald.

Batterijen met cadmium zijn oplaadbaar. Als je ze op de juiste manier gebruikt, gaan cadmium-batterijen lang mee. Als batterijen niet meer goed werken, moet je ze inleveren als klein chemisch afval (kca).

Cadmium zit ook in accu's van gereedschap. Bijvoorbeeld van een accu-boormachine (afbeelding 18). Ook deze batterij kun je steeds opnieuw opladen.




▲ **afbeelding 18**
In de accu zit cadmium.

## Zware metalen

Lood, cadmium, koper, zink en kwik zijn **zware metalen**. Door de industrie zijn er op sommige plekken te veel zware metalen in het milieu gekomen. De kleine deeltjes van zware metalen kun je inademen met de lucht. De deeltjes vallen ook neer op de grond, bijvoorbeeld op groenten en fruit. Zo komen ze in het lichaam van mensen terecht. Te veel zware metalen in je lichaam is niet gezond. In Nederland is de kans erg klein dat je te veel zware metalen binnenkrijgt.

## Opgaven

**36** In keukenzout en soda zit WEL / NIET natrium.

**37** Waaronder wordt zuiver natrium bewaard?
- ☐ A onder water
- ☐ B onder lucht
- ☐ C onder petroleum
- ☐ D onder benzine

**38** Welke kleur licht geven natrium-lampen? ________________

**39** Natrium komt in de natuur WEL / NIET voor als zuivere stof.

**40** Lege cadmium-batterijen kunnen WEL / NIET opnieuw worden gebruikt.

**41** Cadmium komt in de natuur WEL / NIET voor als zuivere stof.

**42** Wat zijn de afkortingen van natrium en cadmium?
- ☐ A Nat en Cad
- ☐ B Na en Cd
- ☐ C NA en CD
- ☐ D Nd en Ca

**43** In tabel 4 staan de afkortingen van een aantal zware metalen.
Schrijf de naam van het metaal in de tweede kolom.

▼ **tabel 4** zware metalen en hun afkorting

| afkorting | metaal |
|---|---|
| Cd | |
| Cu | |
| Hg | |
| Pb | |
| Zn | |

**44** Welk metaal gaat branden als het in contact komt met water? ___________________

## Onthouden!

De afkortingen van de metalen zijn:
- cadmium Cd
- goud Au
- ijzer Fe
- koper Cu
- kwik Hg
- lood Pb
- natrium Na
- zilver Ag
- zink Zn

Cadmium zit in oplaadbare batterijen.
Goud is een duur metaal.
Goud en zilver zijn edelmetalen. Veel sieraden zijn van goud of zilver.
Koper en goud zijn goede geleiders voor elektriciteit.
Kwik is vloeibaar bij kamer-temperatuur. Kwikdamp is erg giftig.
Lood houdt röntgen-straling tegen. Lood is zacht en buigzaam.
Natrium brandt in lucht of water. Natrium wordt gebruikt in straat-verlichting.
Staal bestaat voor 99% uit ijzer. Staal is sterk, goedkoop en goed te bewerken.
IJzer en staal moet je beschermen tegen roesten.
Zink wordt gebruikt om ijzer en staal te beschermen.
Dakgoten worden vaak van zink gemaakt.
Zware metalen zijn schadelijk voor je gezondheid, als je er te veel van binnenkrijgt.

# 2 Niet-metalen

Alle stoffen die geen metaal zijn, noem je niet-metalen.

Je moet drie niet-metalen kennen: koolstof, fosfor en zwavel. Ook niet-metalen hebben een afkorting (tabel 5).

▼ **tabel 5** niet-metalen en hun afkorting

| niet-metaal | afkorting |
|---|---|
| koolstof | C |
| fosfor | P |
| zwavel | S |

## Koolstof (C)

Misschien ken je de uitdrukking: zo zwart als roet. In roet zit heel veel koolstof. Zuivere **koolstof** is zwart (afbeelding 19). De afkorting van koolstof is **C**. De punt van een potlood is van koolstof.

Koolstof neemt gemakkelijk andere stoffen op. Die andere stoffen plakken vast aan de koolstof. Daarom wordt koolstof gebruikt om water te zuiveren. Vuildeeltjes uit het water **hechten** aan de koolstof. Een ander woord daarvoor is **adsorberen**. Je zegt: koolstof adsorbeert vuildeeltjes.



▲ **afbeelding 19**
koolstof in verschillende vormen

Van ijzer wordt **staal** gemaakt. Dat gebeurt door een klein beetje koolstof bij het ijzer te doen. Het ijzer wordt daardoor sterker. Staal heeft betere eigenschappen dan ijzer zonder koolstof.

**Diamant** is de hardste stof die er is. Diamant is zuivere koolstof. Het ontstaat diep in de grond. Daar is de druk heel groot. De grote druk perst de koolstof samen. De koolstof wordt daardoor keihard.

Een diamant die net uit de grond komt, glanst nog niet. Daarvoor moet je hem eerst slijpen. Een geslepen diamant is een edelsteen. Je kunt er sieraden mee maken. Diamant zit ook in gereedschap waarmee je harde materialen kunt bewerken.

## Opgaven

**45** Steenkool bestaat uit koolstof.

Wat is de kleur van steenkool? _______________

**46** Houtskool is hout dat niet helemaal verbrand is. Houtskool is een zwarte, vaste stof.
Uit welke stof bestaat houtskool vooral?
☐ A zwart hout
☐ B as
☐ C steenkool
☐ D koolstof

**47** Fabio is brandweerman. Tijdens een brand wordt hij ingezet om te blussen. Omdat er giftige stoffen vrijkomen, moet hij een gasmasker dragen. In het gasmasker zit een filter met koolstof.
Waarom zit er koolstof in het gasmasker?
☐ A De giftige deeltjes uit het gas hechten aan de koolstof.
☐ B De zuurstof uit de lucht hecht aan de koolstof.
☐ C Het bluswater hecht aan de koolstof.

**48** Na twintig minuten haalt Fabio de bus met koolstof van zijn gas-masker af. Hij doet dit, omdat de koolstof vol raakt met opgevangen giftige deeltjes. Hij plaatst een nieuwe bus koolstof op zijn gasmasker.
Waarom is het gas-masker nu weer goed om Fabio tegen giftige gassen te beschermen?
Aan deze nieuwe koolstof zitten WEL / GEEN aangehechte deeltjes.

**49** Fanny voelt zich ziek en heeft diarree. De dokter schrijft haar Norit-pillen voor. Norit is gemaakt van zuivere koolstof. Na één dag is de poep van Fanny niet meer dun.
De schadelijke stoffen in de darmen van Fanny zijn WEL / NIET geadsorbeerd aan de koolstof.

**50** Staal bestaat voor ongeveer 1% uit koolstof en voor 99% uit ijzer.
Staal heeft daardoor WEL / GEEN andere eigenschappen dan zuiver ijzer.

**51** Waarvan is de punt van een potlood gemaakt?
☐ A diamant
☐ B ijzer
☐ C staal
☐ D koolstof

**52** Bij het boren naar aardolie moet de boor vaak door hard gesteente.
Van welk materiaal is de punt van de boor gemaakt?
☐ A zilver
☐ B ijzer met veel koolstof
☐ C diamant
☐ D goud

## Proef 2 Spiritus ontkleuren

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 reageerbuis-rek
- ☐ 1 schone reageerbuis
- ☐ 1 reageerbuis halfvol met spiritus
- ☐ 1 trechter
- ☐ 1 filtreer-papier
- ☐ 1 potje met koolstof
- ☐ 1 spatel

**Pas op!**
Spiritus is alcohol die niet drinkbaar is.
Alcohol is erg brandbaar.
Zorg er daarom voor dat je bij deze proef niet in de buurt van vuur komt!

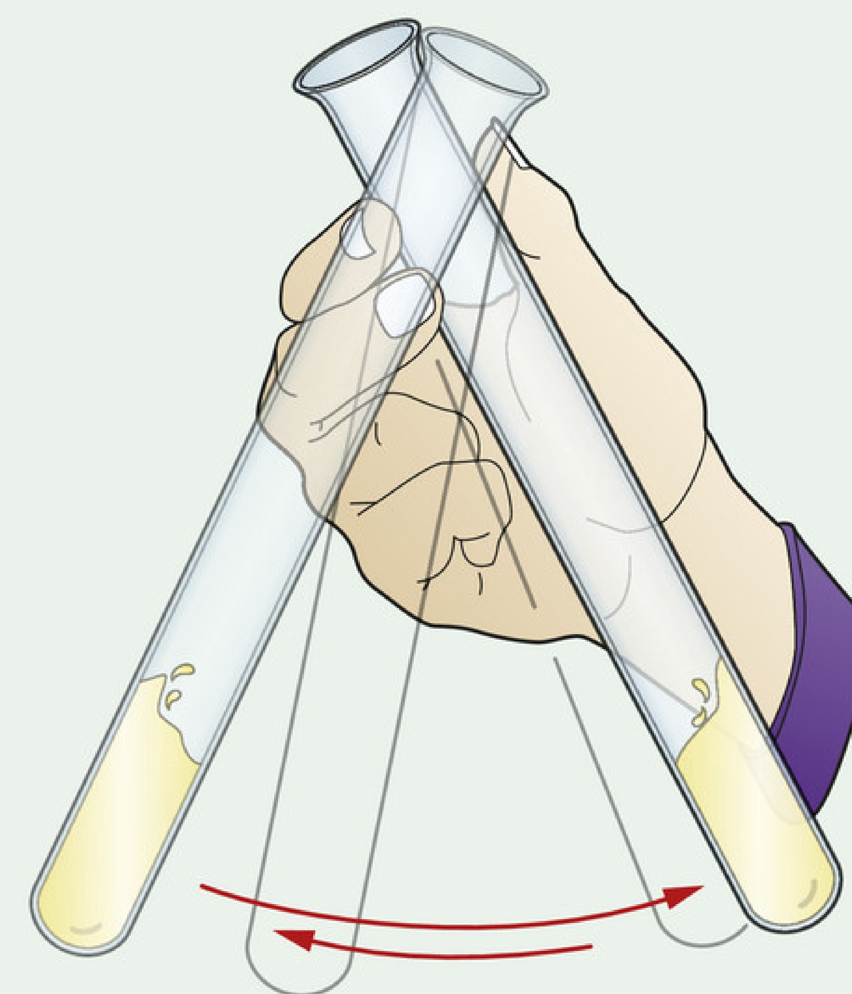
### Uitvoering

Spiritus wordt vaak gebruikt als schoonmaak-middel. De spiritus wordt blauw gekleurd met een kleurstof. De kleurstof is aan de spiritus toegevoegd, om te laten zien dat de vloeistof giftig is. Je gaat de kleurstof uit de spiritus halen.

**Pas op!**
De alcohol (zonder kleurstof) blijft giftig.

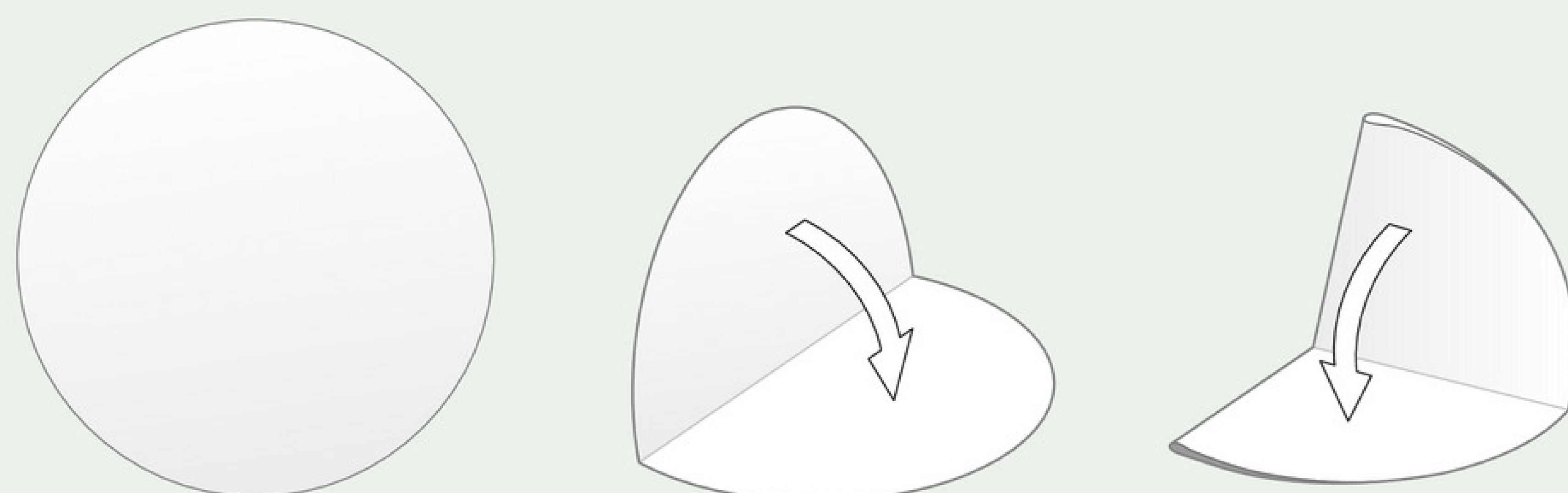
- Open het potje met koolstof.
  Knoei niet met de koolstof, want de zwarte vlekken zijn moeilijk uit je kleren te wassen.
- Neem een spatelpunt koolstof uit het potje.
- Doe de koolstof voorzichtig in de reageerbuis met spiritus.
- Kwispel de reageerbuis voorzichtig heen en weer (afbeelding 20).
- Ga hier ongeveer een minuut mee door.
  Kijk op je horloge of tel langzaam tot 60.

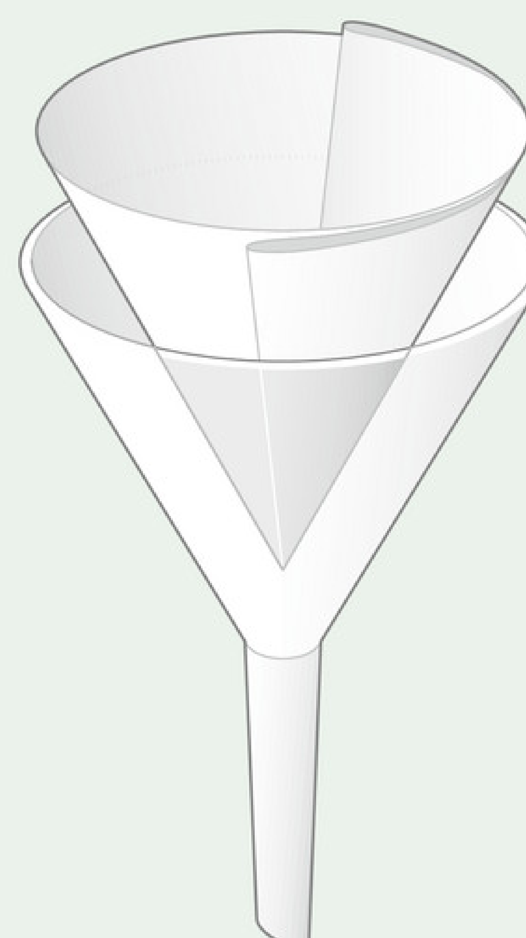
**1** Welke kleur heeft de vloeistof in de reageerbuis? ________________



▲ **afbeelding 20**
Zo kwispel je met een reageerbuis.

- Zet de reageerbuis in het reageerbuis-rek.
- Neem het filtreer-papier in je handen.
- Vouw het ronde papier twee keer, zoals in afbeelding 21.
  Het filtreer-papier heb je nu tot een filterzakje gevouwen.
- Maak het filterzakje nat met een paar druppels water.
- Zet het filterzakje in de trechter (afbeelding 21).
- Zet de trechter met het filterzakje in de schone reageerbuis.
- Neem de reageerbuis met de spiritus uit het reageerbuis-rek.
- Kwispel de reageerbuis nog eens goed.



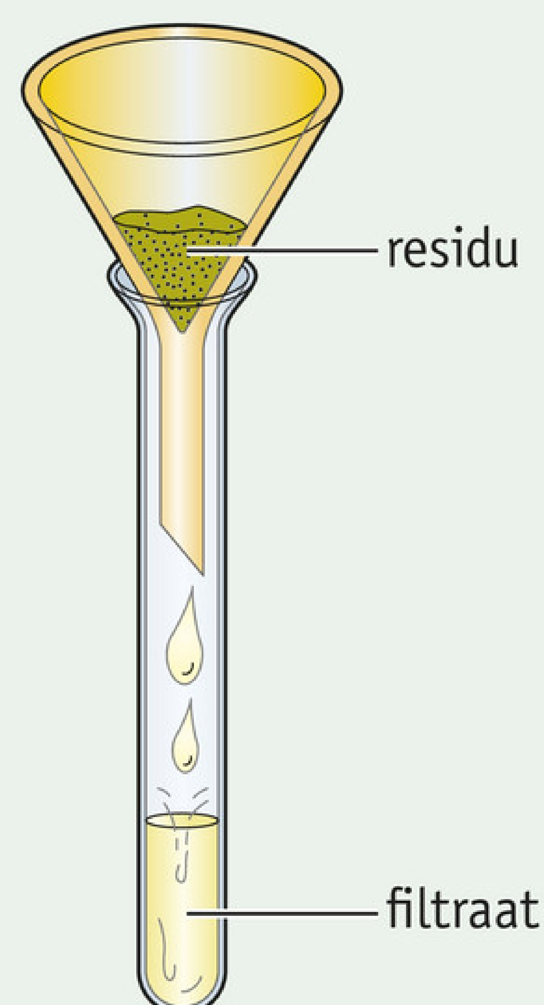


▲ **afbeelding 21**
Zo vouw je filtreer-papier.

**2** De koolstof is WEL / NIET goed in aanraking gekomen met de spiritus.

- Giet de spiritus in het filter in de trechter.
- Wacht tot de vloeistof door het filter is gelopen.

De vloeistof die door het filter is gelopen, noem je het filtraat (afbeelding 22).
De vaste stof die in het filter achterblijft, noem je het residu.




▲ **afbeelding 22**
filtraat en residu

**3** Welke kleur heeft het filtraat?
- ☐ A wit
- ☐ B zwart
- ☐ C blauw
- ☐ D kleurloos

**4** Het filtraat bij deze proef is de SPIRITUS / KOOLSTOF.

- Haal het filter uit de trechter.
- Vouw het filterzakje open.

**5** Welke kleur heeft het residu? ____________

**6** Het residu bij deze proef is de SPIRITUS / KOOLSTOF.

Je hebt de spiritus ontkleurd.

- Je leraar heeft op zijn tafel een fles staan.
  Op de fles zit een etiket met het opschrift: ontkleurde spiritus.
  Giet de ontkleurde spiritus uit je reageerbuis in die fles.
- Gooi het filterzakje met het residu in de afvalbak.
- Ruim alles netjes op.

## Fosfor (P)

In de natuur komt **fosfor** alleen voor als onderdeel van andere stoffen. Als het fosfor daar uit wordt gehaald, is het een witte stof. De afkorting van fosfor is **P**.

Witte fosfor is giftig en erg brandbaar. In de lucht gaat het vanzelf branden. Daarom wordt witte fosfor onder water bewaard. Van witte fosfor wordt rode fosfor gemaakt. Dat is een poeder. Rode fosfor is minder brandbaar.

Fosfor wordt gebruikt in vuurwerk (afbeelding 23). Het zit ook in sommige soorten kunstmest en in tandpasta. Bij een lucifer-doosje is de zijkant gemaakt van schuurpapier met rode fosfor. Als je de kop van de lucifer hierover strijkt, gaat hij branden.




▶ **afbeelding 23**
Rode fosfor zit in vuurwerk en lucifer-doosjes.

## Opgaven

**53** Welke kleuren kan fosfor hebben?
- ☐ A wit, zwart en rood
- ☐ B wit en rood
- ☐ C geel, wit en rood
- ☐ D geel en rood

**54** Waarom wordt witte fosfor onder water bewaard?
- ☐ A omdat het anders rood wordt
- ☐ B omdat het erg giftig is
- ☐ C Als witte fosfor in lucht komt, gaat het branden.

**55** Wat is de afkorting voor fosfor? ______

**56** Waarin wordt fosfor gebruikt? Schrijf drie dingen op.

______________________________________________

## Proef 3 Een lucifer aansteken op schuurpapier

### Wat je nodig hebt
- ☐ 1 stukje schuurpapier met fijne korrel
- ☐ 1 vel kladpapier
- ☐ 1 potje rode fosfor
- ☐ 1 spatel
- ☐ lucifers

### Uitvoering
- Leg het stukje schuurpapier midden op het kladpapier.
- Strijk de kop van een lucifer over het schuurpapier.
- Strijk de kop van de lucifer nog een keer of vijf over het schuurpapier.

**1** De lucifer gaat hierdoor WEL / NIET branden.

**2** Van de kop van de lucifer blijft WEL / NIET een beetje op het schuurpapier achter.

- Open het potje met rode fosfor.
- Neem een heel klein beetje fosfor op je spatel.
- Leg de fosfor op het stukje schuurpapier.
- Strijk met je spatel de fosfor in het schuurpapier.
  Ga door tot je een vlak hebt van een paar centimeter lang.
- Neem een nieuwe lucifer.
- Strijk met de kop van die lucifer over het fosfor-vlak.
  Brandt de lucifer niet direct, strijk dan nog een keer over dat vlak.

**3** De lucifer gaat hierdoor WEL / NIET branden.

- Strijk met een nieuwe lucifer nog een keer over het schuurpapier op de plaats waar geen fosfor zit.
- Strijk daarna over de plaats waar wel fosfor zit.
- Probeer ook een lucifer aan te maken door over papier te strijken.
- Strijk de lucifer ook eens over je tafelblad.

**4** Over welk vlak moet je een lucifer strijken zodat hij gaat branden?
- ☐ A over schuurpapier
- ☐ B over schuurpapier met rode fosfor
- ☐ C over papier
- ☐ D over de tafel

**5** Aan de zijkant van een lucifer-doosje zit fijn schuurpapier.

Welke stof zit er in het schuurpapier verwerkt, zodat je er een lucifer op kunt aansteken? ______________________

- Ruim alles netjes op.

## Zwavel (S)

In gebieden met vulkanen komt **zwavel** voor in de natuur. Zwavel wordt gevonden in vulkanisch gesteente. De afkorting van zwavel is **S**. Zuivere zwavel is een geel poeder (afbeelding 24). Zwavel is een gevaarlijke stof.

Zwavel wordt voor verschillende dingen gebruikt.
- In de kop van een lucifer zit zwavel.
- In vuurwerk wordt zwavel gebruikt (net als fosfor).
- Van zwavel maken ze zwavel-zuur. Zwavel-zuur zit in accu's. Zwavel-zuur is erg gevaarlijk.




▲ **afbeelding 24**
toepassingen van zwavel
(zwavelpoeder in het glazen bakje)

Autobanden zijn gemaakt van rubber met zwavel (afbeelding 25). Gewoon rubber is te zacht voor autobanden. Daarom wordt er zwavel bij het rubber gedaan. Dit noem je rubber **vulkaniseren**. Het rubber wordt dan harder en sterker.



▲ **afbeelding 25**
Autobanden zijn van gevulkaniseerd rubber.

## Opgaven

**57** Welke kleur heeft zwavel? ____________

**58** Waarvoor worden fosfor en zwavel allebei gebruikt?
- ☐ A om vuurwerk te maken
- ☐ B om autobanden te maken
- ☐ C om fosfor-zuur te maken
- ☐ D om zwavel-zuur te maken

**59** Vul in tabel 6 de afkortingen van de stoffen in.

▼ **tabel 6** zes materialen en hun afkorting

| materiaal | afkorting |
|---|---|
| fosfor | |
| ijzer | |
| koolstof | |
| koper | |
| zink | |
| zwavel | |

## Onthouden!

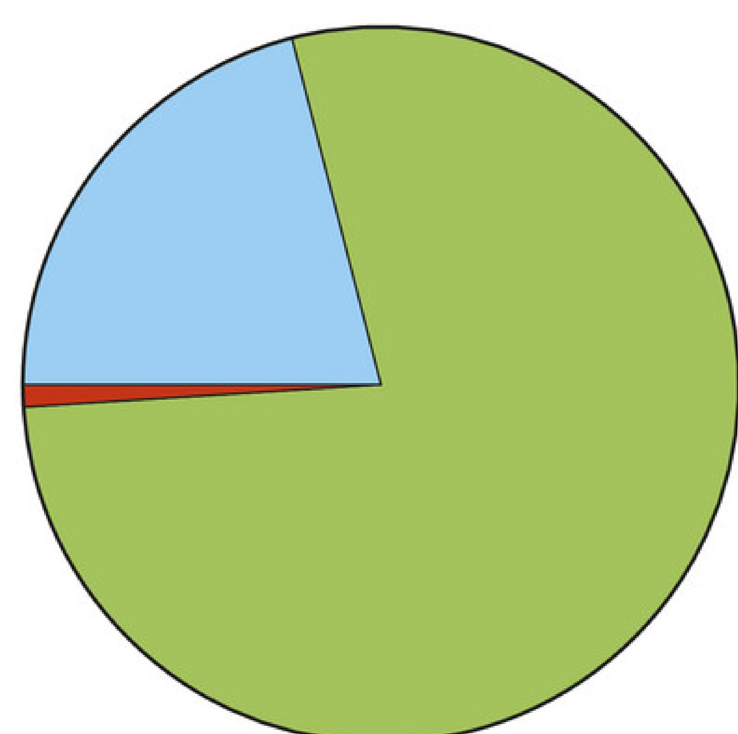
Koolstof, afkorting C.
Andere stoffen hechten aan koolstof. Dit noem je adsorberen.
Koolstof wordt gebruikt om staal te maken uit ijzer.
Diamant is zuivere koolstof.
Diamant is de hardste stof die er is.

Fosfor, afkorting P.
Witte fosfor is erg brandbaar. Het moet onder water worden bewaard.
Rode fosfor wordt gemaakt van witte fosfor.
Rode fosfor is minder brandbaar dan witte fosfor.
Fosfor zit in vuurwerk, lucifer-doosjes, kunstmest en tandpasta.

Zwavel, afkorting S.
Met zwavel wordt rubber harder en sterker gemaakt. Dit noem je vulkaniseren.
Zwavel zit in lucifers en vuurwerk.
Zwavel-zuur wordt gebruikt in accu's.

# 3 Gassen

Om de aarde zit een laag lucht. Lucht is een gas. Je kunt lucht niet zien. Sommige gassen kun je wel zien.




▲ **afbeelding 26**
de samenstelling van lucht

In lucht zitten verschillende gassen. Die gassen adem je elke keer in. Niet alle gassen komen evenveel voor. Twee gassen komen het meest voor. Dat zijn zuurstof en stikstof.

Lucht is een mengsel van gassen (afbeelding 26). In 100 liter lucht zit ongeveer:
- 78 liter stikstof;
- 21 liter zuurstof;
- 1 liter andere gassen.

De gassen in lucht kun je niet zien, niet ruiken en niet proeven. Lucht is dus kleurloos, reukloos en smaakloos. Kleurloos betekent dat iets geen kleur heeft. Water is bijvoorbeeld een kleurloze vloeistof.

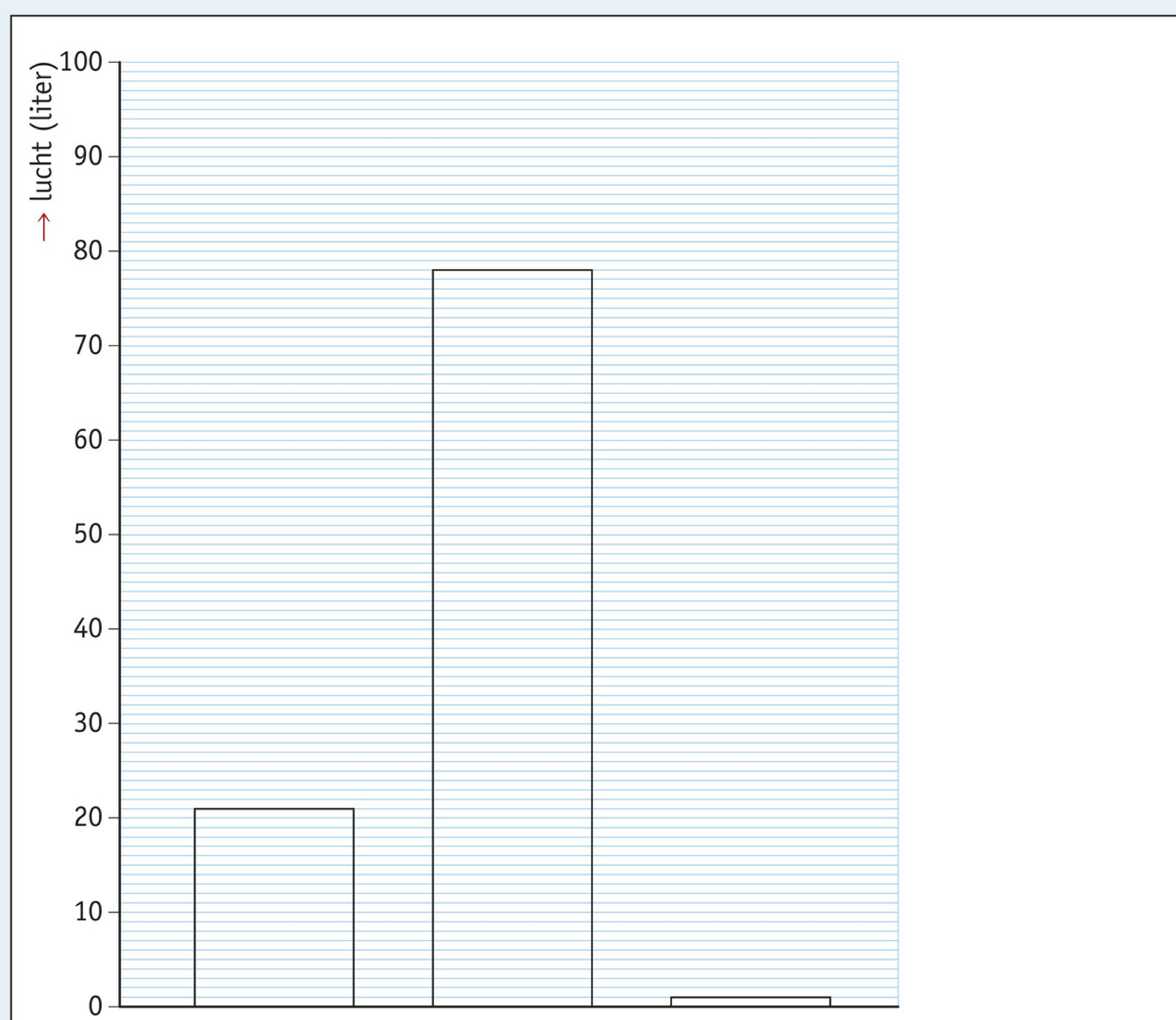
In tabel 7 staan de gassen die je moet kennen. De afkorting van de gassen staat erbij. Soms is de afkorting één letter, soms twee. De eerste letter is altijd een hoofdletter, de tweede letter altijd een kleine letter.

▼ **tabel 7** gassen en hun afkorting

| gas | afkorting |
|---|---|
| zuurstof | O |
| stikstof | N |
| waterstof | H |
| helium | He |
| chloor | Cl |
| fluor | F |

## Opgaven

**+ 60** In afbeelding 27 zie je een staafdiagram van 100 liter (L) lucht. Eén staaf geeft aan hoeveel zuurstof er in 100 L lucht zit. Eén staaf geeft de stikstof aan en één staaf de overige gassen in de 100 L lucht.
- Kleur de staaf die de zuurstof aangeeft, blauw.
- Kleur de staaf die de stikstof aangeeft, groen.
- Kleur de staaf die de overige gassen aangeeft, rood.




▲ **afbeelding 27**
de samenstelling van lucht

**61** Zet in afbeelding 27 een hoofdletter O boven de staaf die je blauw hebt gekleurd. Zet boven de staaf die je groen hebt gekleurd, de hoofdletter N.

**62** Welke gassen worden afgekort met de letters O en N?

De letter O is de afkorting van het gas ________________ .

De letter N is de afkorting van het gas ________________ .

## Zuurstof (O)

Het gas **zuurstof** kun je niet zien, ruiken of proeven. De afkorting van zuurstof is **O**. Zuurstof zit in lucht. Mensen en dieren ademen lucht in. Ze gebruiken de zuurstof uit de lucht om te leven. Je lichaam neemt zuurstof op. Een deel van de zuurstof adem je ook weer uit.

Voor iedere verbranding is zuurstof nodig (afbeelding 28).
Zonder zuurstof kun je niets verbranden.
Zuivere zuurstof wordt gebruikt om metalen te lassen (afbeelding 29). Mensen met een ziekte aan hun longen of hart krijgen in het ziekenhuis zuivere zuurstof toegediend.



▲ **afbeelding 28**
Voor iedere verbranding is zuurstof nodig.

Veel metalen worden aangetast door zuurstof. Dat noem je **oxideren**. Het metaal en de zuurstof (O) maken samen een verbinding. Die verbinding noem je **oxide**. De verbinding van ijzer met zuurstof noem je roest.

### Beroep

#### Constructie-werker

Daryl wil constructie-werker worden na zijn vmbo. Een constructie-werker maakt onderdelen van metaal voor gebouwen, bruggen, transport-middelen, machines en apparaten. Hij maakt alles aan de hand van werk-tekeningen. Metaal-bewerkers hebben veel technieken goed in de vingers: zagen, knijpen, knippen, slijpen, snijbranden, boren, tappen, richten, buigen, samenstellen en lassen. Daryl: “Ik ga leren lassen, draaien en frezen. In deze richting kan ik alle kanten uit. Zo kan ik bij veel verschillende bedrijven aan het werk.”



▲ **afbeelding 29**
Bij lassen gebruik je zuivere zuurstof.



▲ afbeelding 30
Met vloeibare stikstof kan de huisarts een wrat bevriezen.

## Stikstof (N)

In lucht zit veel **stikstof**, bijna 4 keer zo veel als zuurstof. De afkorting voor stikstof is **N**. Stikstof kun je niet zien, ruiken of proeven. Je ademt stikstof in, want het zit in de lucht. Je lichaam doet niets met de stikstof. Je ademt het gewoon weer uit.

Stikstof zit in ammoniak en in kunstmest. Stikstof wordt vloeibaar als het kouder wordt dan −196 °C. Met vloeibare stikstof kan de huisarts een wrat van je hand halen (afbeelding 30). De wrat bevriest en gaat dood.

## Proef 4 Zuurstof uit de lucht verbranden

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 bekerglas van 1000 mL
- ☐ 1 bekerglas van 250 mL
- ☐ 1 waxine-lichtje
- ☐ lucifers

### Uitvoering

- Vul het bekerglas van 1000 mL tot de streep van 600 mL.
- Zet het bekerglas voorzichtig op je tafel.
- Neem het bekerglas van 250 mL in je hand.
- Duw dit bekerglas op zijn kop (met de opening naar beneden) in het water.
- Duw het tot op de bodem van het grote bekerglas, zoals in afbeelding 31.




▲ afbeelding 31
Duw het kleine bekerglas tegen de bodem van het grote bekerglas.

**1** Wat gebeurt er met het water in het grote bekerglas?
- ☐ A Het water daalt.
- ☐ B Het water blijft op dezelfde hoogte.
- ☐ C Het water stijgt.

**2** Komt er water in het kleine bekerglas?
- ☐ A nee
- ☐ B ja, maar niet veel
- ☐ C Ja, het loopt tot meer dan de helft vol.
- ☐ D Ja, het loopt helemaal vol.

- Haal het kleine bekerglas uit het water.

**3** Alles wat nu in het kleine bekerglas zit, is WATER / LUCHT.

- Duw het kleine bekerglas weer tot op de bodem van het grote bekerglas.

Er zit nu nog evenveel lucht in het kleine bekerglas. Maar er zit ook een beetje water in.

**4** De ruimte die de lucht in het kleine bekerglas heeft, is KLEINER / GROTER geworden.
De lucht is in een kleinere ruimte samengedrukt.

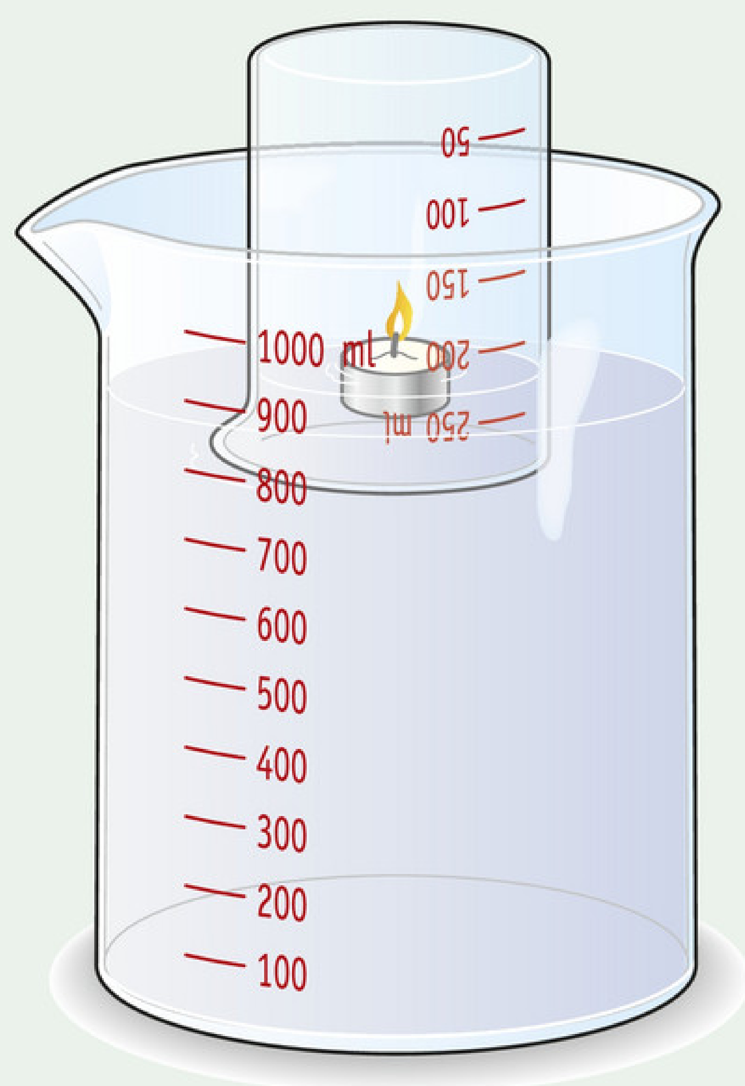
- Haal je hand die het bekerglas naar beneden duwt, langzaam omhoog.

**5** Het kleine bekerglas wordt WEL / NIET mee naar boven gedrukt.

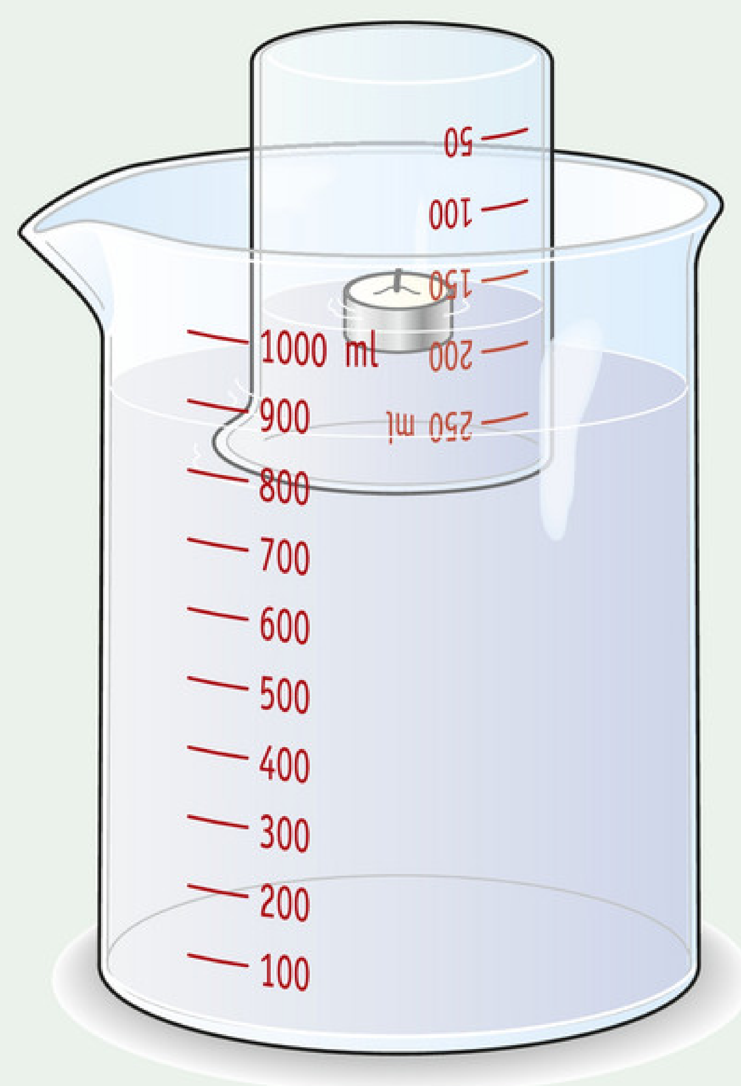
De conclusie uit deze proef is:
– Lucht kun je in elkaar drukken en daar heb je kracht voor nodig.
– Lucht die samengedrukt is, heeft een kracht naar buiten.

- Vul het grote bekerglas met water tot de streep van 800 mL.
- Laat het waxine-lichtje op het water drijven.
- Steek het waxine-lichtje met een lucifer aan.
  Voorzichtig: brand je niet aan de vlam van de lucifer!

- Houd het kleine bekerglas over het waxine-lichtje.
  Zorg ervoor dat de rand van het bekerglas net onder water zit (afbeelding 32).
- Let goed op wat er gebeurt.




▲ **afbeelding 32**
Zo plaats je het bekerglas over het waxine-lichtje.




▲ **afbeelding 33**
Dit moet je nu zien.

- Trek het kleine bekerglas iets omhoog.
- Zorg ervoor dat er geen lucht in het bekerglas komt, dus houd de rand onder water.
  Is er toch lucht in het bekerglas gekomen, dan zakt het water weg.
  Steek het waxine-lichtje dan weer aan en doe de proef opnieuw.
- Je moet ongeveer hetzelfde zien als in afbeelding 33.

**6** Wat is er gebeurd met de vlam van het waxine-lichtje?

De vlam van het waxine-lichtje is ____________________ .

**7** Het water in het kleine bekerglas is GESTEGEN / GEDAALD.

**8** Het gas dat nodig is voor de verbranding, is ZUURSTOF / STIKSTOF.

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**63** Mark is hartpatiënt en ligt in het ziekenhuis. Hij is pas geopereerd en haalt moeilijk adem. Hij heeft op zijn neus een kapje waaruit een gas stroomt.
Welk gas krijgt Mark toegediend?
- ☐ A lucht
- ☐ B stikstof
- ☐ C zuurstof
- ☐ D een van de andere gassen uit de lucht

**64** Kan Mark het gas ruiken dat hij toegediend krijgt?
Mark kan dat gas WEL / NIET ruiken.

**65** Kun je de gassen zuurstof en stikstof zien?
Je kunt de gassen zuurstof en stikstof WEL / NIET zien.

**66** Freddie heeft een wrat op zijn hand. De dokter steekt een watten-staafje in een vloeistof. Hij houdt dit op de wrat tot deze helemaal bevroren is. Na een paar dagen valt de wrat er vanzelf af.

Welk gas is hier tot vloeistof afgekoeld? ________________

**67** Welke temperatuur moet stikstof hebben om vloeibaar te worden?
- ☐ A 196 °C
- ☐ B 0 °C
- ☐ C –169 °C
- ☐ D –196 °C

**68** Bij een proef gebruiken Nur en Kim een brander. Nur komt te dicht bij de vlam. Hierdoor gaat de mouw van zijn trui branden. De leraar pakt gauw een handdoek en drukt de arm van Nur met de brandende mouw op de tafel. Hij legt meteen de handdoek over de arm van Nur.
Waardoor dooft de vlam?
- ☐ A doordat de handdoek nat is
- ☐ B doordat er voldoende stikstof uit de lucht in de handdoek zit
- ☐ C doordat er geen zuurstof meer bij de vlam kan komen
- ☐ D doordat er geen stikstof meer bij de vlam kan komen

**69** Mensen en dieren ademen lucht in.
Wat gebeurt er met de zuurstof uit de lucht die ze inademen?
- ☐ A De zuurstof ademen ze ongebruikt weer uit.
- ☐ B Alle zuurstof die ze inademen, gebruiken ze om te leven.
- ☐ C Ze gebruiken een deel van de zuurstof om van te leven, de rest ademen ze weer uit.

**70** Wat gebeurt er met de stikstof uit de lucht die mensen en dieren inademen?
- ☐ A De stikstof ademen ze ongebruikt weer uit.
- ☐ B Alle stikstof die ze inademen, gebruiken ze om te leven.
- ☐ C Ze gebruiken een deel van de stikstof om van te leven, de rest ademen ze weer uit.

## Waterstof (H)

Nog een gas dat je niet kun zien, ruiken of proeven, is **waterstof**. De afkorting van waterstof is **H**. Waterstof is erg licht. Het weegt bijna niets. Waterstof is het lichtste van alle gassen. Waterstof is erg brandbaar.

Waterstof wordt gebruikt als brandstof. Vroeger alleen in raketten, maar tegenwoordig ook steeds meer in auto's (afbeelding 34). Auto's die op waterstof rijden, hebben een groot voordeel. Er komen geen vieze uitlaat-gassen meer uit de auto. Uit de uitlaat komt alleen maar waterdamp.




▲ **afbeelding 34**
Deze auto rijdt op waterstof (H).



▲ **afbeelding 35**
Ballonnen gevuld met helium stijgen op.

## Helium (He)

Ook **helium** kun je niet zien, ruiken of proeven. De afkorting van helium is **He**. Helium is zwaarder dan waterstof, maar lichter dan lucht. Helium is niet brandbaar. Daarom worden ballonnen vaak gevuld met helium (afbeelding 35). Als je helium inademt, praat je daarna met een hoge piepstem.

## Opgaven

**71** Welk gas is het lichtste van alle gassen?
- ☐ A O
- ☐ B H
- ☐ C He
- ☐ D N

**72** Een ballon wordt met een onbrandbaar gas opgeblazen. Als de ballon wordt losgelaten, stijgt hij op.
Met welk gas is deze ballon gevuld?
- ☐ A helium
- ☐ B waterstof
- ☐ C lucht
- ☐ D stikstof

**73** Bij een nieuw soort auto's komt alleen maar waterdamp uit de uitlaat.
Op welke brandstof rijden deze auto's?
- ☐ A watergas
- ☐ B water
- ☐ C waterstof
- ☐ D helium




▲ **afbeelding 36**
Glorix is een merk bleekwater.

## Chloor (Cl)

Het gas **chloor** kun je wel zien en ruiken. De afkorting van chloor is **Cl**. Chloor is een gas met een geel-groene kleur. Het ruikt sterk en het is erg giftig. Chloor is zwaarder dan lucht. Bij inademen kan chloor je longen kapot maken.

Chloor komt niet los voor in de natuur. Het zit alleen in andere stoffen. Bijvoorbeeld in zout. Zout bestaat uit chloor en natrium.

Chloor lost goed op in water. **Bleekwater** is een oplossing van chloor in water. Bleekwater wordt gebruikt voor schoonmaken (afbeelding 36). Het is slecht voor het milieu. Als je bleekwater op je kleren laat vallen, komt er een witte plek. Chloor kan de kleur uit stoffen bleken.

Chloor doodt bacteriën. Daarom zit in de meeste zwembaden een beetje chloor. Dat kun je goed ruiken. Chloor wordt ook gebruikt in plastic. Bijvoorbeeld in pvc. De buizen in de elektro-techniek zijn van pvc.



▲ **afbeelding 37**
voorbeeld van geëtst glas

## Fluor (F)

Het gas **fluor** heeft een lichtgroen-gele kleur. De afkorting van fluor is **F**. Net als chloor komt fluor niet los voor in de natuur. Het zit alleen in andere stoffen. Fluor is een giftig gas. Het is zwaarder dan lucht.

Fluor zit in de koel-vloeistof van een koelkast. Ook zit fluor vaak in tandpasta. Het helpt je tanden beschermen tegen gaatjes.

Een samengestelde stof van fluor en waterstof tast glas aan. Met die samengestelde stof kun je tekeningen maken in glas (afbeelding 37). Dit noem je **etsen**. Het glas lost op in de samengestelde stof van fluor en waterstof.

## Opgaven

**74** Waarvoor wordt chloor in zwembaden gebruikt?

Chloor doodt de ______________________________ die in het water zitten.

**75** Waarom wordt er aan tandpasta fluor toegevoegd?

Fluor beschermt de tanden tegen ______________________________ .

**76** Wat weet je over de giftigheid van fluor en chloor?
- ☐ A Beide gassen zijn niet giftig.
- ☐ B Alleen fluor is giftig.
- ☐ C Alleen chloor is giftig.
- ☐ D Beide gassen zijn giftig.

**77** Welke gassen zitten in de samengestelde stof waarmee je glas kunt oplossen?
- ☐ A chloor en fluor
- ☐ B fluor en waterstof
- ☐ C fluor en helium
- ☐ D stikstof en chloor

**+78** In tabel 8 staan de afkortingen van een aantal stoffen.
- Schrijf in kolom 2 de naam van de stof.
- Is de stof een metaal, een niet-metaal of een gas? Zet bij iedere stof een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 8** Stoffen waarvan je de afkorting moet kennen.

| afkorting | stof | metaal | niet-metaal | gas |
|---|---|---|---|---|
| Ag | | | | |
| Au | | | | |
| C | | | | |
| Cd | | | | |
| Cl | | | | |
| Cu | | | | |
| F | | | | |
| Fe | | | | |
| H | | | | |
| He | | | | |
| Hg | | | | |
| N | | | | |
| Na | | | | |
| O | | | | |
| P | | | | |
| Pb | | | | |
| S | | | | |
| Zn | | | | |

## Onthouden!

Lucht bestaat vooral uit zuurstof en stikstof.

Zuurstof, afkorting O
- Zuurstof is nodig om te leven en voor verbranding.
- Oxide (roest) is een verbinding van metaal met zuurstof.

Stikstof, afkorting N
- Het grootste deel van lucht bestaat uit stikstof.
- Met vloeibare stikstof kan de huisarts een wrat bevriezen.

Waterstof, afkorting H
- Waterstof is het lichtste gas. Het is erg brandbaar.
- Waterstof wordt gebruikt als brandstof in raketten en auto's.

Helium, afkorting He
- Helium is lichter dan lucht. Het is niet brandbaar.
- Helium wordt gebruikt in ballonnen.

Chloor, afkorting Cl
- Chloor is zwaarder dan lucht. Het is een giftig gas.
- Chloor wordt gebruikt voor ontsmetten en het zit in plastic.

Fluor, afkorting F
- Fluor is zwaarder dan lucht. Het is een giftig gas.
- Fluor wordt gebruikt in koelkasten en in tandpasta.

# 4 Moleculen en atomen

Elke stof bestaat uit heel kleine deeltjes. Het kleinste deeltje van een stof noem je molecuul.

## Mengsel

In lucht zitten de stoffen stikstof (N) en zuurstof (O). Lucht bestaat uit kleine deeltjes stikstof en kleine deeltjes zuurstof. De stikstof en de zuurstof zitten los van elkaar in de lucht. Lucht is daarom een **mengsel**. In een mengsel zitten deeltjes van verschillende stoffen.

## Zuivere stof

Water is een **zuivere stof**. In een zuivere stof zitten allemaal dezelfde deeltjes. In water zitten alleen maar waterdeeltjes. Het kleinste deeltje van een stof noem je een **molecuul**. Een molecuul is het kleinste deeltje met de eigenschappen van de stof. Het kleinste deeltje water is één molecuul water.

## Suiker en zout

Kijk naar afbeelding 38. In afbeelding 38a zie je korrels zout. Zout is een zuivere stof. Een korrel zout bestaat uit allemaal kleine deeltjes zout. Zout kun je herkennen doordat het wit is en zout smaakt.
In afbeelding 38b zie je korrels suiker. Ook suiker is een zuivere stof. Een korrel suiker bestaat uit allemaal kleine deeltjes suiker. Suiker is ook wit, maar de smaak is zoet.

In afbeelding 38c zitten het zout en de suiker door elkaar. Je hebt nu een mengsel van suiker en zout. Dit mengsel bestaat uit twee zuivere stoffen: suiker en zout. Een eigenschap van de stof zout is de zoute smaak. In het mengsel smaakt het zout nog steeds zout. Een eigenschap van de stof suiker is de zoete smaak. De suiker in het mengsel smaakt nog steeds zoet. Daarom kun je zeggen: in een mengsel houdt elke stof zijn eigenschappen.


(a) zout


(b) suiker


(c) mengsel van zout en suiker

▲ **afbeelding 38**
twee zuivere stoffen en een mengsel

## Proef 5 Een mengsel van ijzer-poeder en krijt-poeder

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 reageerbuis met een beetje ijzer-poeder
- ☐ 1 reageerbuis met een beetje wit krijt-poeder
- ☐ 2 lege reageerbuizen
- ☐ 1 reageerbuis-rek
- ☐ 1 trechter
- ☐ 1 magneet

### Uitvoering

- Pak de reageerbuis met het ijzer-poeder.
- Houd de magneet tegen de onderkant van de reageerbuis.
- Strijk met de magneet ongeveer 2 cm over het glas omhoog.

**1** Het ijzer-poeder gaat WEL / NIET met de magneet omhoog.

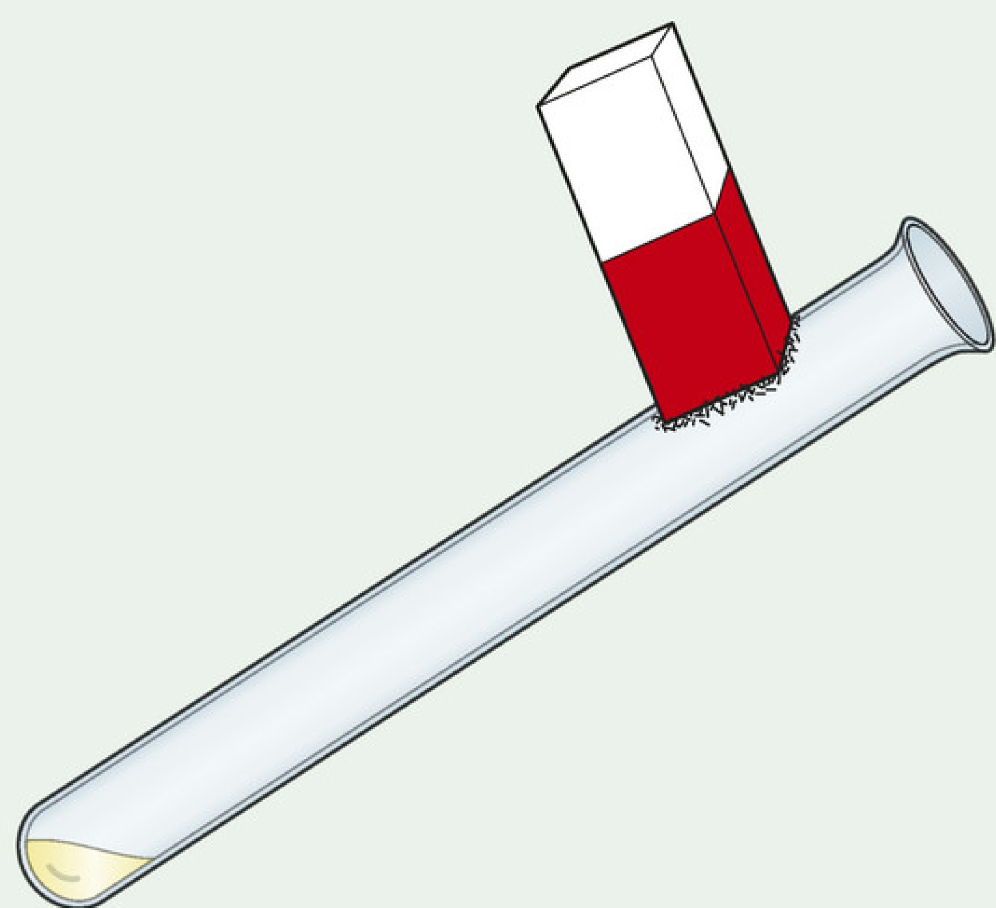
- Zet de reageerbuis met het ijzer-poeder terug in het reageerbuis-rek.
- Pak de reageerbuis met het krijt-poeder.
- Houd de magneet tegen de onderkant van de reageerbuis.
- Strijk met de magneet ongeveer 2 cm over het glas omhoog.

**2** Het krijt-poeder gaat WEL / NIET met de magneet omhoog.

- Schud het krijt-poeder nu in de reageerbuis met het ijzer-poeder.
- Kwispel de reageerbuis waarin de beide poeders zitten.

**3** In de reageerbuis zit nu een mengsel van krijt-poeder en ________________________________ .

- Zet de trechter in een lege reageerbuis.
- Houd de reageerbuis met het mengsel schuin.
- Houd de magneet bij het mengsel.
- Ga met de magneet naar boven (afbeelding 39).



▲ **afbeelding 39**
Strijk met de magneet over de reageerbuis.

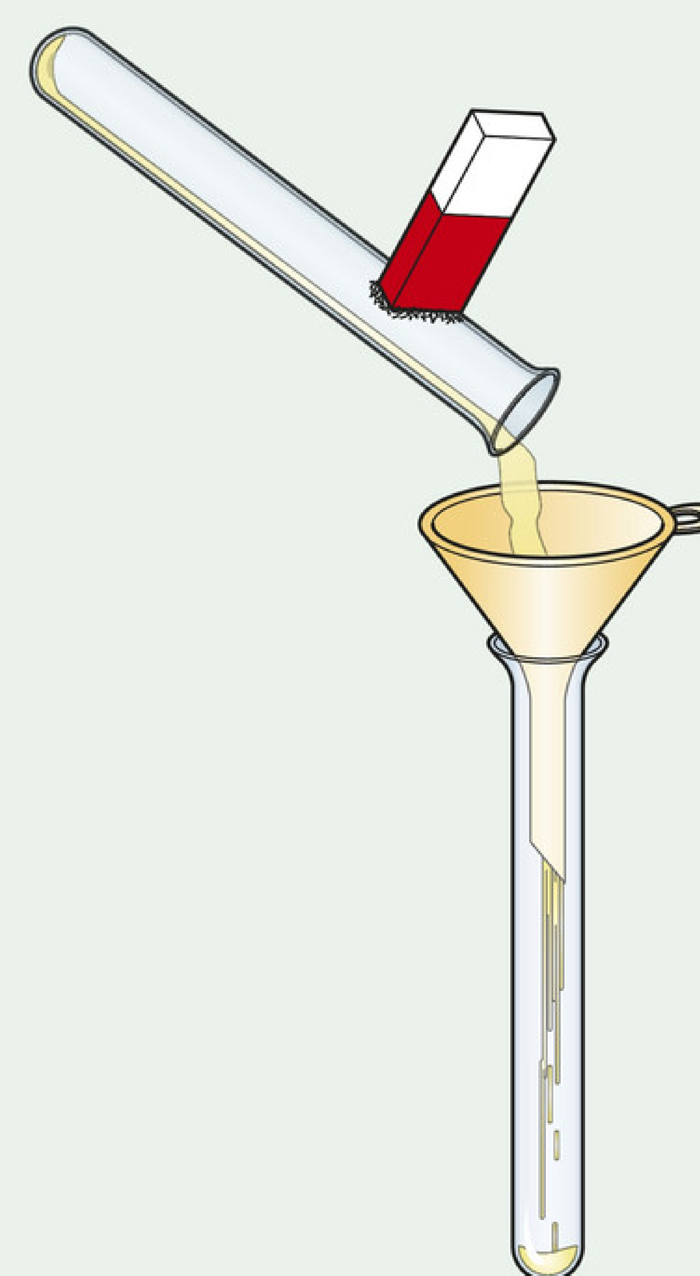
**4** Veel van het ijzer-poeder gaat WEL / NIET mee naar boven.

- Giet het krijt-poeder door de trechter in de lege reageerbuis (afbeelding 40).
- Haal daarna de magneet los van de reageerbuis.
- Zet de reageerbuis met het ijzer-poeder in het reageerbuis-rek.
- Je hebt het mengsel nu verdeeld in zijn bestanddelen.

Er kan nog wat ijzer-poeder tussen het krijt-poeder zitten.

- Om nog beter te scheiden, zet je de trechter in de lege reageerbuis.
- Kwispel de reageerbuis met het krijt-poeder even.
- Houd de reageerbuis schuin en ga met de magneet over de reageerbuis.
- Giet het krijt-poeder weer door de trechter in de lege reageerbuis.
- Giet het ijzer-poeder van beide reageerbuizen bij elkaar.

**5** Welke eigenschap van ijzer heb je gebruikt om het mengsel van ijzer-poeder en krijt-poeder te scheiden?
IJzer wordt WEL / NIET door een magneet aangetrokken.



▲ **afbeelding 40**
Giet het krijt-poeder in de lege reageerbuis.

**6** Welke eigenschap van krijt heb je gebruikt om het mengsel van ijzer-poeder en krijt-poeder te scheiden?
Krijt wordt WEL / NIET door een magneet aangetrokken.

- Geef je leraar de reageerbuizen met het ijzer-poeder en het krijt-poeder.
- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**79** Een zuivere stof bestaat WEL / NIET uit dezelfde deeltjes.

**80** Een mengsel bestaat WEL / NIET uit dezelfde deeltjes.

**81** Hoe noem je het kleinste deeltje van een stof dat nog de eigenschappen van die stof heeft? _______________

**82** In lucht zitten moleculen zuurstof en stikstof.
Stikstof is een MENGSEL / ZUIVERE STOF.
Zuurstof is een MENGSEL / ZUIVERE STOF.
Lucht is een MENGSEL / ZUIVERE STOF.

**83** Twee eigenschappen van keukenzout zijn:
- ☐ A Keukenzout heeft een zoete smaak en is wit van kleur.
- ☐ B Keukenzout heeft een zoute smaak en is wit van kleur.
- ☐ C Keukenzout heeft een zoete smaak en is zwart van kleur.
- ☐ D Keukenzout heeft een zoute smaak en is zwart van kleur.

**84** Schrijf twee eigenschappen van suiker op.

Suiker smaakt ___________ en heeft een ____________ kleur.

**85** Welke drie eigenschappen heeft een rijpe, lekkere sinaasappel?
- Een sinaasappel heeft een GELE / ORANJE kleur.
- Een sinaasappel heeft een ZOETE / ZURE smaak.
- Als je in een sinaasappel knijpt, ruik je een ZOETE / ZURE geur.

**86** Welke drie eigenschappen heeft een rijpe citroen?
- Een citroen heeft een GELE / ORANJE kleur.
- Een citroen heeft een ZOETE / ZURE smaak.
- Als je in een citroen knijpt, ruik je een ZOETE / ZURE geur.

**87** De vorm van een sinaasappel en een citroen zijn WEL / NIET hetzelfde.

**+88** Bert werkt in een groentezaak. Hij krijgt een kist binnen waarin citroenen en sinaasappels zitten. De citroenen en sinaasappels moeten van elkaar gescheiden worden. Schrijf twee manieren op waarop Bert dit kan doen.

– ______________________________________________

– ______________________________________________



▲ **afbeelding 41**
drie 'atomen' en een 'molecuul'

## Verbinding

Het kleinste deeltje van de stof water is een molecuul water. Maar een molecuul bestaat weer uit nog kleinere deeltjes. Die allerkleinste deeltjes noem je **atomen**. Atomen zijn de bouwstenen van een molecuul.

Misschien heb je weleens met Lego gespeeld. Lego bestaat uit kleine blokjes: gele, blauwe en rode. Die blokjes kun je vergelijken met atomen. Van twee of meer blokjes kun je een groter blokje bouwen (afbeelding 41). Net zoals je van twee of meer atomen een molecuul kunt bouwen. Nou ja, zelf kun je dat niet. Maar een scheikundige met een laboratorium zou het wel kunnen.

Water is een **verbinding** van waterstof (H) en zuurstof (O). Een molecuul water is gebouwd uit atomen H en O. De atomen in een molecuul zitten heel stevig aan elkaar vast. Een verbinding is daarom moeilijk te scheiden.

Een verbinding is een zuivere stof. Kijk maar naar water: het kleinste deeltje van de stof water is een molecuul water. Er zitten geen andere losse deeltjes in water. Veel van de stoffen die je kent, bestaan uit verbindingen. Er zijn meer dan tien miljoen verbindingen.

## Waterstof en zuurstof

Waterstof geef je aan met de letter H. Toch komt één atoom waterstof niet los in de natuur voor. Een molecuul waterstof bestaat uit een verbinding van twee atomen waterstof. Die verbinding van twee atomen schrijf je zo: **$H_2$**. Je ziet dat het getal 2 klein rechts naast de H wordt geschreven.

Zuurstof geef je aan met de letter O. Ook zuurstof-atomen komen niet los in de natuur voor. Een molecuul zuurstof is een verbinding van twee atomen zuurstof. Zuurstof als gas schrijf je dus als **$O_2$**.



▲ **afbeelding 42**
een glas vol moleculen $H_2O$

Water is een verbinding van waterstof (H) en zuurstof (O). Een molecuul water bestaat uit twee deeltjes H en één deeltje O. In een molecuul water zitten dus drie atomen: H + H + O. Twee keer H en een keer O kun je schrijven als **$H_2O$**. Spreek uit: ha twee oo. $H_2O$ is water (afbeelding 42).

## Eigenschappen

Verschillende verbindingen hebben altijd verschillende eigenschappen. Het gas waterstof ($H_2$) is lichter dan lucht en erg brandbaar. Het gas zuurstof ($O_2$) is nodig voor mensen en dieren om te leven. De vloeistof $H_2O$ hebben mensen en dieren ook nodig om te leven.

Het kleinste deeltje water is één molecuul water. Een molecuul water bestaat uit twee atomen H en één atoom O. Moleculen zijn erg klein. Je kunt ze niet zien. Ook niet met een microscoop. In één druppel water zitten ongeveer 1 000 000 000 000 000 000 000 moleculen. Dat is 1 triljard.

Je kunt niet zeggen dat één molecuul water nat is. Zelfs als er miljarden moleculen $H_2O$ bij elkaar zijn, kun je ze niet zien. Maar dan begint het op de vloeistof water te lijken. Zo klein zijn moleculen.

## Opgaven

**89** Een verbinding is WEL / NIET een zuivere stof.

**90** Een verbinding bestaat ALTIJD / NOOIT uit twee of meer atomen.

**91** In een mengsel zitten de bestanddelen WEL / NIET aan elkaar vast.

**92** In een verbinding zitten de bestanddelen WEL / NIET aan elkaar vast.

**93** Is het mogelijk alle verbindingen te tellen die op aarde voorkomen?
- ☐ A Ja, want er zijn ongeveer 109 verbindingen.
- ☐ B Ja, want er zijn precies 100 verbindingen.
- ☐ C Ja, want er zijn 1 miljoen verbindingen.
- ☐ D Nee, want er zijn meer dan 10 miljoen verbindingen.

**94** Een verbinding van twee waterstof-atomen schrijf je als:
- ☐ A 2H
- ☐ B $H_2$
- ☐ C HH
- ☐ D H2

**95** Schrijf de verbinding op van twee zuurstof-atomen. __________

**96** Met welke letter(s) geef je een atoom stikstof aan?
- ☐ A S
- ☐ B St
- ☐ C N
- ☐ D Ni

**97** Stikstof komt in de natuur niet als één atoom voor. Stikstof komt alleen voor als een verbinding van twee atomen.

Schrijf de verbinding op van twee atomen stikstof. _________

**98** Hoe schrijf je één molecuul van het gas dat nodig is voor verbranding?
- ☐ A $H_2$
- ☐ B $N_2$
- ☐ C $O_2$
- ☐ D $Z_2$

**+99** Een verbinding van waterstof en zuurstof is water.
Bij kamer-temperatuur (20 °C) is water een GAS / VLOEISTOF.
Bij kamer-temperatuur (20 °C) is zuurstof een GAS / VLOEISTOF.
Bij kamer-temperatuur (20 °C) is waterstof een GAS / VLOEISTOF.

**100** Wat zit er in het kleinste deeltje water?
- ☐ A twee atomen waterstof en één atoom zuurstof
- ☐ B één atoom waterstof en twee atomen zuurstof
- ☐ C één atoom waterstof en één atoom zuurstof
- ☐ D twee atomen waterstof en twee atomen zuurstof

**101** Wat heeft dezelfde eigenschappen als een molecuul $H_2O$?
- ☐ A een ander molecuul $H_2O$
- ☐ B een molecuul $H_2$
- ☐ C een molecuul $O_2$
- ☐ D een molecuul $H_2O_2$

**102** Waaruit bestaat één druppel water ongeveer?
- ☐ A 1 molecuul water
- ☐ B 1000 moleculen water
- ☐ C 100 000 000 000 moleculen water
- ☐ D 1 000 000 000 000 000 000 000 moleculen water

**103** Zou je één molecuul water kunnen proeven? JA / NEE

**104** Het kleinste deeltje van een stof dat nog de eigenschappen van die stof heeft, noem je

een ____________________________ .

## Onthouden!

Alle stoffen bestaan uit zeer kleine deeltjes.

Het kleinste deeltje van een stof is een molecuul.
Moleculen bestaan uit atomen.
Atomen zijn onvoorstelbaar klein.

Een mengsel bestaat uit moleculen van verschillende stoffen.
Een zuivere stof bestaat uit één soort moleculen.
Een molecuul is een verbinding van twee of meer atomen.

Een mengsel kun je scheiden in twee of meer zuivere stoffen.
Als je een mengsel scheidt, sorteer de je moleculen soort bij soort.

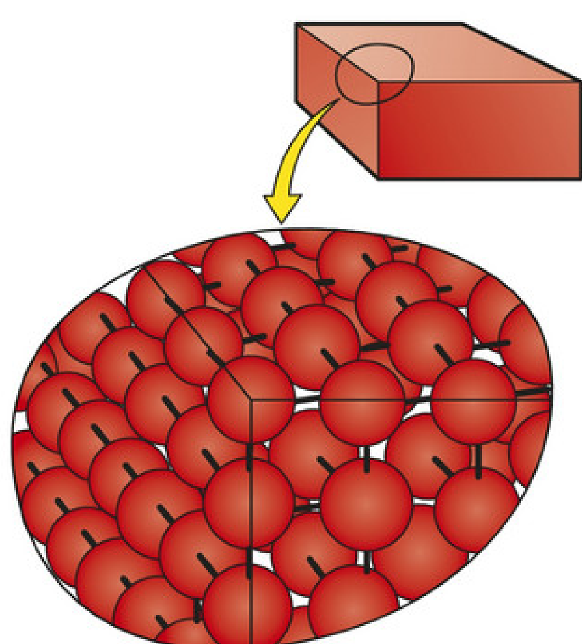
Een molecuul is het kleinste deeltje van een stof dat nog de eigenschappen heeft van die stof.

# 5 Fase van stoffen

De stoffen om je heen hebben drie verschillende vormen: vaste stof, vloeistof of gas. Dit zijn de fasen waarin stoffen voorkomen.

Water ken je als een vloeistof. Als water verdampt, wordt het een gas. Als water bevriest, wordt het ijs. IJs is een vaste stof. Deze drie vormen van water noem je de **fasen** van water. De drie fasen zijn: **vast**, **vloeibaar** en **gas**.

Een stof kan van de ene fase overgaan naar de andere. Bijvoorbeeld: op een rivier ligt ijs in de winter. Als het warmer wordt, smelt het ijs. De vaste stof wordt vloeistof. Het ijs wordt water. Toch zitten in ijs en water dezelfde moleculen: $H_2O$.



▲ **afbeelding 43**
Zo zitten de moleculen in een vaste stof.

## Vaste stof

De moleculen in een vaste stof houden elkaar stevig vast (afbeelding 43). Alle moleculen zitten op een vaste plaats. Ze bewegen een beetje, maar ze komen niet van hun plaats. Denk maar aan leerlingen in de klas tijdens een theorieles. Die zitten ook nooit stil, maar ze blijven wel op hun stoel zitten.

De moleculen in een vaste stof trekken elkaar aan. De kracht waarmee ze elkaar aantrekken, is groot. Een vaste stof is daardoor meestal sterk.

### Proef 6 Papier als vaste stof

**Wat je nodig hebt**

☐ 1 vel A4-papier

**Uitvoering**

**1** In welke fase is een vel papier?
- ☐ A vast
- ☐ B vloeibaar
- ☐ C gas

- Neem het vel papier.
- Vouw het papier één keer dubbel.
- Maak de vouwlijn erg strak door flink met je nagel over de vouwlijn te gaan.
- Scheur het papier op de vouwlijn door.

**2** Het papier scheurt WEL / NIET gemakkelijk door.

**3** Het papier scheurt WEL / NIET over een rechte lijn door.
Aan de buitenkant van de vouwlijn zijn de moleculen uit elkaar getrokken.

De moleculen langs de vouwlijn gaan daardoor gemakkelijk van elkaar los.

- Pak één van de halve vellen.
- Vouw dit vel één keer dubbel.
- Maak de vouwlijn erg strak door flink met je nagel over de vouwlijn te gaan.
- Vouw het papier open en zet het voor je neer op tafel.
- Probeer het andere halve vel zonder vouwlijn ook zo neer te zetten.

**4** Het papier met vouwlijn blijft WEL / NIET staan.

**5** Het papier zonder vouwlijn blijft WEL / NIET staan.

De moleculen in de vouwlijn heb je dichter bij elkaar gedrukt.
Op die plaats is het papier steviger geworden.

- Pak het halve vel zonder vouwlijn.
- Probeer dit vel doormidden te scheuren.

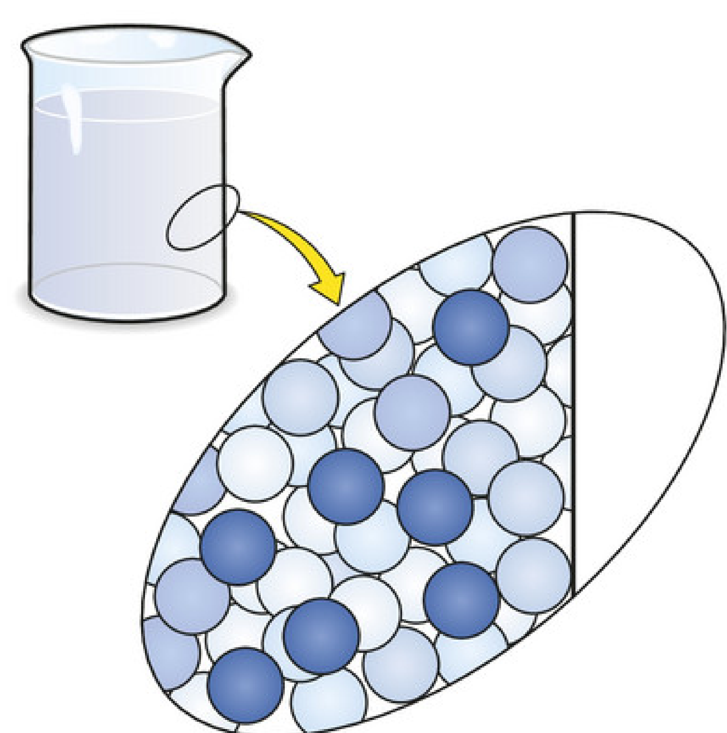
**6** Het papier scheurt WEL / NIET over een rechte lijn.

- Neem het halve vel met de vouwlijn.
- Vouw het papier dicht.
- Vouw dit papier nog twee keer dubbel.
- Probeer het papier nu door te scheuren.

**7** Als papier op elkaar ligt, is het dikker.
Hoe dikker het papier, hoe GEMAKKELIJKER / MOEILIJKER het is om het door te scheuren.

**8** Hoe dikker het papier, hoe meer moleculen je van elkaar moet scheuren.
Als er meer moleculen zijn, moet je MINDER / MEER kracht gebruiken om ze van elkaar te krijgen.

- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 44**
Zo zitten de moleculen in een vloeistof.

## Vloeistof

De moleculen in een vloeistof zitten niet zo aan elkaar vast (afbeelding 44). Maar ze zitten ook niet los van elkaar. Ze bewegen langs en door elkaar. Samen nemen ze de vorm aan van het glas waar ze in zitten. Denk maar aan leerlingen die door de gymzaal rennen bij een potje voetbal. Ze bewegen alle kanten op, maar ze blijven in de gymzaal.

De bovenste laag van de vloeistof in een glas is de **vloeistof-spiegel**. Het heeft die naam, omdat het oppervlak glad is. De vloeistof-spiegel is altijd horizontaal.

## Proef 7 Water als vloeistof

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 bekerglas van 250 mL
- ☐ 1 reageerbuis

### Uitvoering

- Vul het bekerglas tot de streep van 100 mL met water.
- Zet het bekerglas voor je neer op tafel.

**1** De vloeistof beweegt WEL / NIET een beetje.

- Wacht even en stoot intussen niet tegen de tafel of het bekerglas.

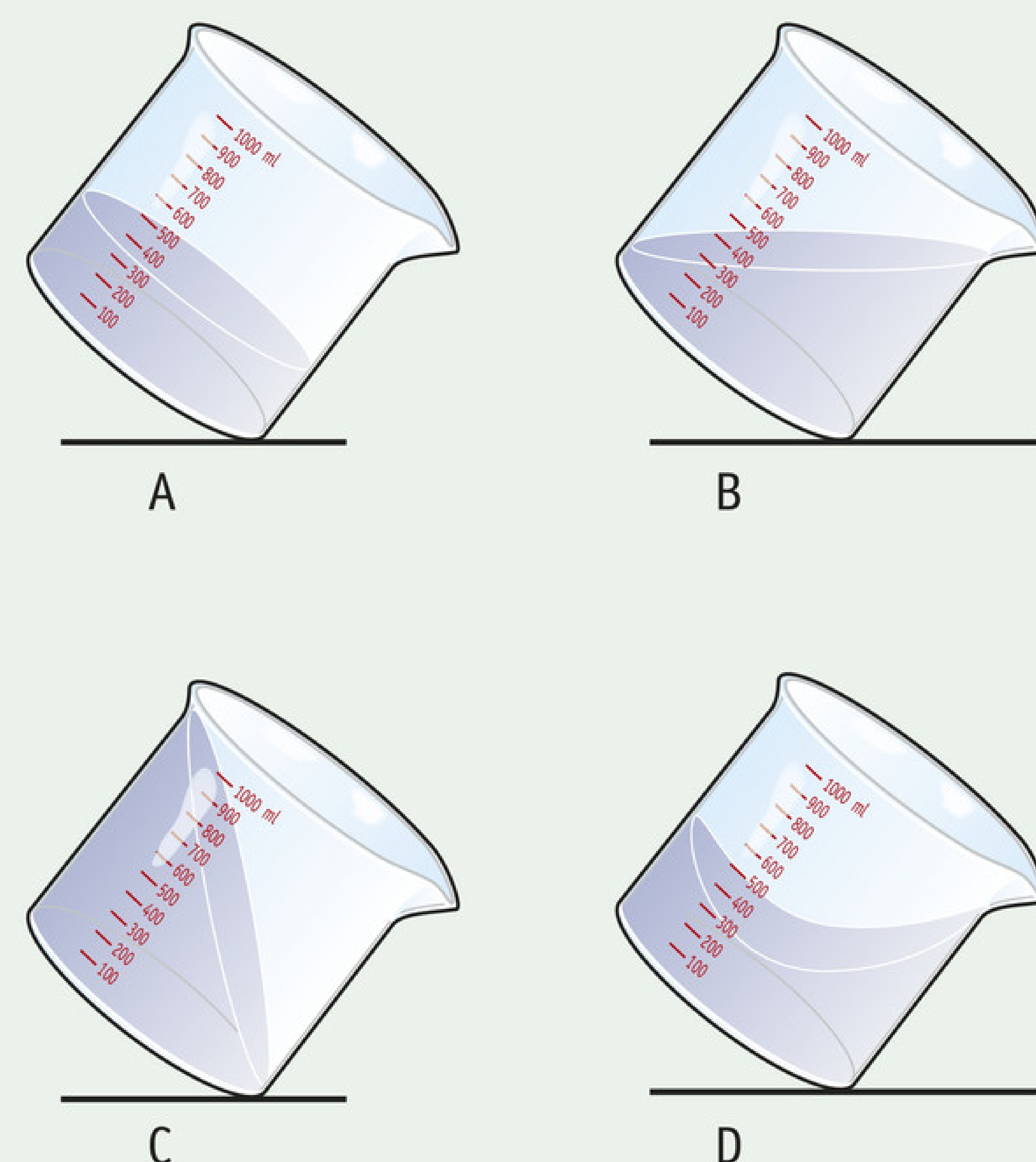
**2** De vloeistof-spiegel staat WEL / NIET stil.

**3** Houd het bekerglas schuin, maar zó dat er geen water uit loopt.
Hoe staat het water in het bekerglas? Omcirkel de letter onder de goede tekening in afbeelding 45.

- Zet het bekerglas weer op tafel.
- Pak de reageerbuis.
- Houd de onderkant van de reageerbuis in het water.
- Beweeg de reageerbuis kwispelend in het water.
- Probeer het glas van het bekerglas niet te raken.
- Laat de vloeistof-spiegel goed bewegen.

**4** Je kunt een vloeistof GEMAKKELIJK / MOEILIJK laten bewegen.

**5** De moleculen in de vloeistof zitten WEL / NIET op een vaste plaats.




▲ **afbeelding 45**
de vloeistof-spiegel in een bekerglas

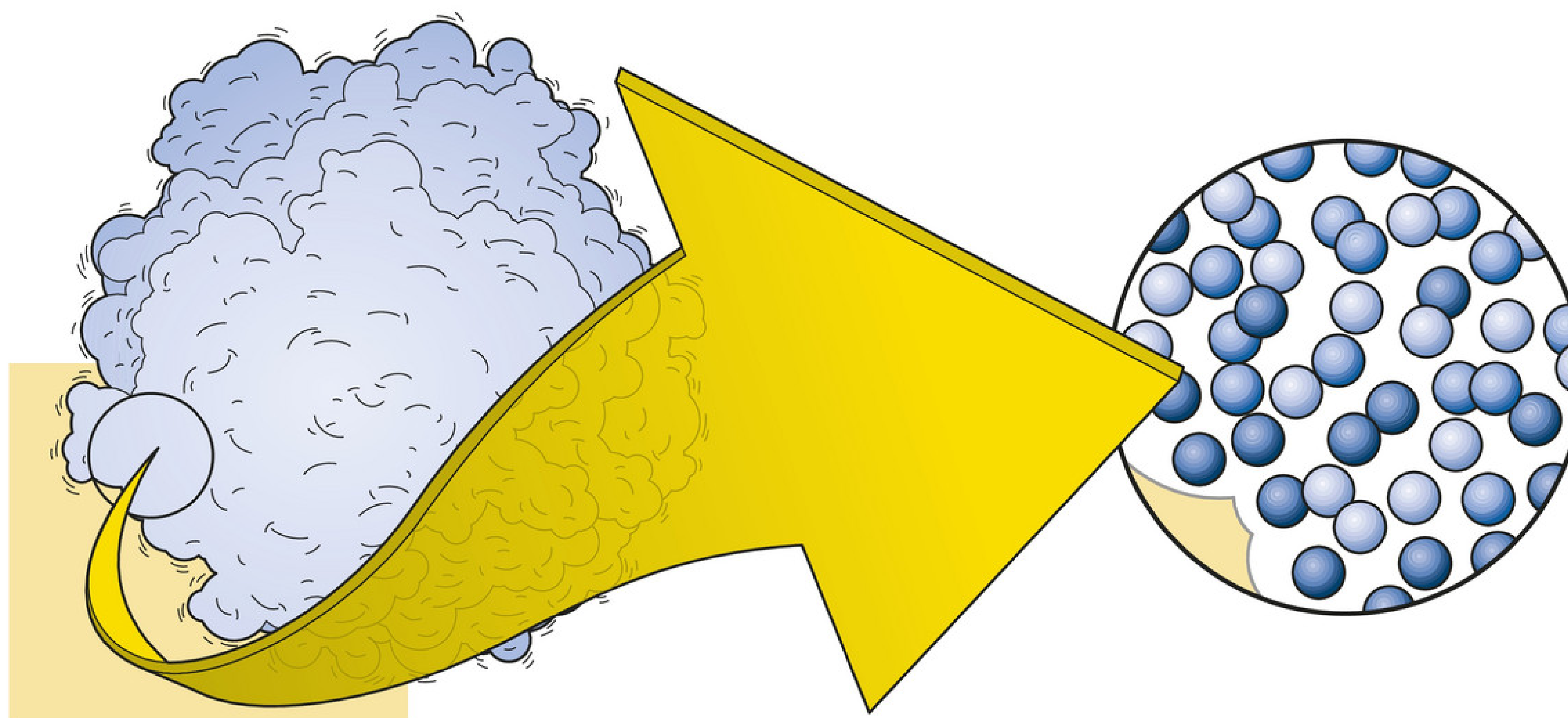
- Trek de reageerbuis uit het water.
  Als het goed is, neemt de reageerbuis een druppel mee uit het water.
- Doe dit nog een paar keer.
  Probeer telkens druppels water mee te trekken.
  Je ziet dat er telkens wat water aan de reageerbuis blijft zitten.
  Vloeistof-moleculen zijn dus gemakkelijk van elkaar te scheiden.

**6** Water kun je GEMAKKELIJK / MOEILIJK uit een glas gieten.

- Ruim alles netjes op.

## Gas

De moleculen in een gas bewegen vrij van elkaar (afbeelding 46). Ze kunnen alle kanten op. Ze trekken elkaar niet meer aan. Denk maar aan leerlingen als de school uitgaat. Ze rennen of fietsen de school uit, alle kanten op, bijvoorbeeld naar huis of naar de stad. Ze zijn los van elkaar.



▶ **afbeelding 46**
Zo zitten de moleculen in een gas.

### Proef 8 Rook heeft een gasvorm

**Wat je nodig hebt**

- ☐ 1 reageerbuis
- ☐ 1 saté-stokje
- ☐ lucifers

**Uitvoering**

- Steek met een lucifer de punt van het saté-stokje in brand.
- Houd de reageerbuis met de opening naar boven.
- Laat het saté-stokje met de vlam in de reageerbuis vallen.

**1** De vlam gaat WEL / NIET uit.

- Kijk naar de rook die in de reageerbuis ontstaat.
- Draai de reageerbuis om.
- Leg het stokje op tafel en kijk goed naar de rook in de buis.

**2** De rook blijft WEL / NIET in de buis zitten.

**3** Rook heeft de vorm van een gas.
Blijven de moleculen van een gas in een open fles zitten?
☐ A Ja, moleculen van een gas zitten vast aan elkaar.
☐ B Ja, moleculen van een gas blijven altijd bij elkaar.
☐ C Ja, moleculen van een gas bewegen nooit vrij.
☐ D Nee, moleculen van een gas bewegen vrij van elkaar.

- Gooi het saté-stokje niet weg, maar geef het aan je leraar.
- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**105** In welke drie fasen kan een stof voorkomen?
De drie fasen waarin een stof kan voorkomen, zijn:

______________________________________________

**106** Bij welke fase trekken de moleculen elkaar het stevigst aan?
- ☐ A in de vaste fase
- ☐ B in de vloeibare fase
- ☐ C in de gasvormige fase
- ☐ D In alle fasen trekken de moleculen elkaar even sterk aan.

**107** In welke fase blijven de moleculen bij elkaar, maar zitten niet vast?
- ☐ A in de vaste fase
- ☐ B in de vloeibare fase
- ☐ C in de gasvormige fase
- ☐ D In alle fasen zitten de moleculen bij elkaar, maar niet vast.

**108** Een molecuul water is in de vloeibare fase WEL / NIET hetzelfde als in de vaste fase.

**109** In welke toestand zitten de moleculen van water helemaal los van elkaar?
- ☐ A in ijs
- ☐ B in een glas water
- ☐ C in waterdamp
- ☐ D De moleculen van water zitten altijd los van elkaar.

## Onthouden!

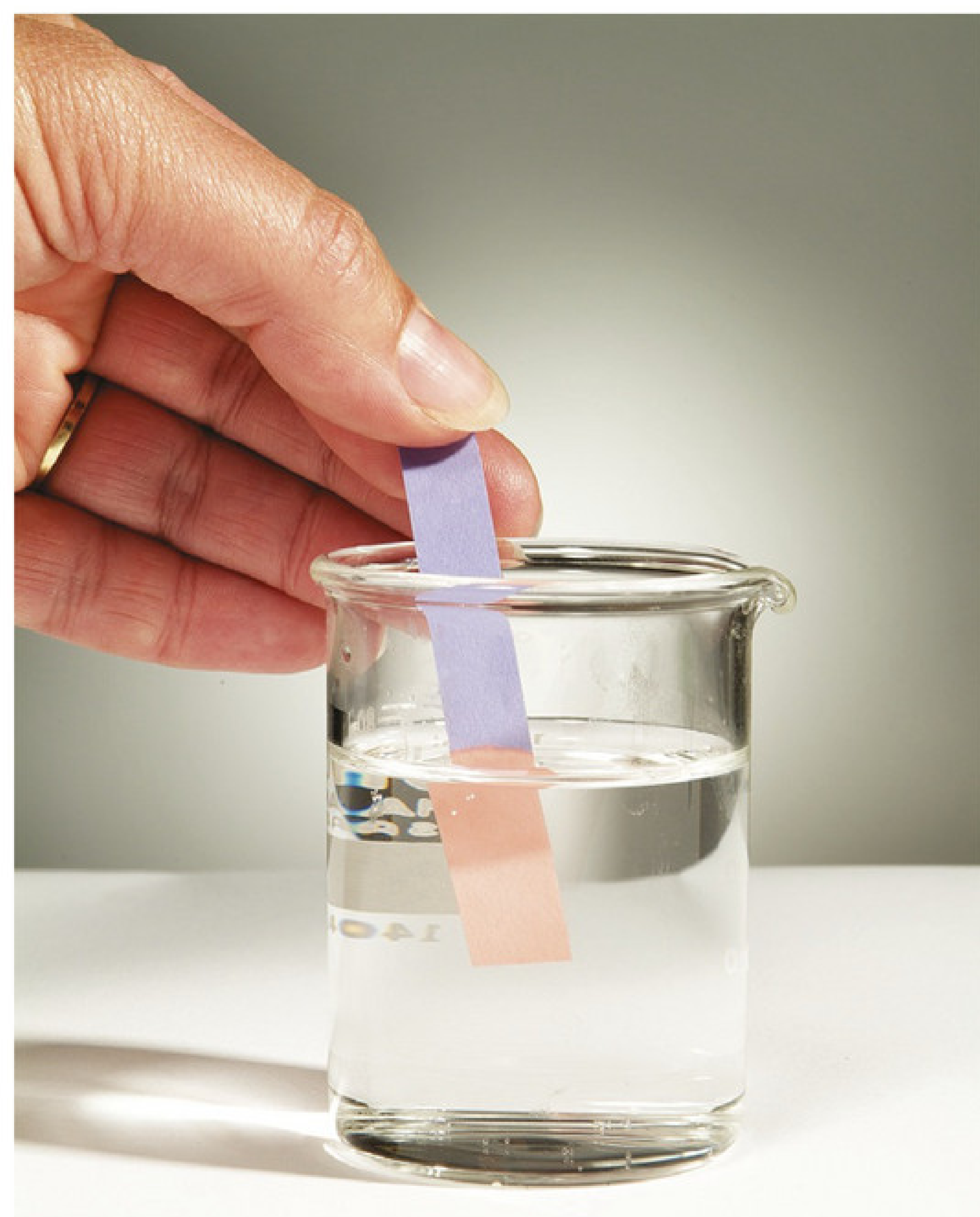
Een stof kan voorkomen in drie fasen:
- vast
- vloeistof
- gas

Vaste fase:
- De moleculen zitten vast op één plaats en zitten stevig aan elkaar vast.

Vloeibare fase:
- De moleculen bewegen in de ruimte waarin ze zitten.

Gasvormige fase:
- De moleculen zijn los van elkaar.

# 6 Zuren en basen



▲ afbeelding 47
Blauw lakmoes wordt rood als er een zuur op komt.

Sommige vloeistoffen zijn gevaarlijk. Ze kunnen je branden of je kleding kapot maken.

## Zure oplossingen

Het sap van een citroen smaakt zuur. Azijn smaakt ook zuur. Je kunt een **zuur** dus herkennen aan zijn smaak. Maar je hebt geleerd dat je bij natuur- en scheikunde nooit van stoffen mag proeven. Daarom is er een andere manier om te weten of een stof zuur is.

Om te weten of een stof zuur is, gebruik je **blauw lakmoes**. Dat is een blauw papier, dat rood wordt door een zuur (afbeelding 47).

Azijn is een oplossing van azijnzuur in water. Deze zure oplossing gebruik je in de keuken. Citroensap is een oplossing van citroenzuur in water. Je kunt het bijvoorbeeld in een salade doen. Ook buiten de keuken vind je zuren. Bijvoorbeeld in een accu. In een accu zit **zwavel-zuur**. Door dit zuur en de andere stoffen in de accu ontstaat er elektriciteit.

Zwavel-zuur is een erg sterk zuur. Als je het op je huid krijgt, verbrand je. Zwavel-zuur is sterk bijtend. Veel stoffen lossen erin op. Zuren worden veel gebruikt om andere stoffen in op te lossen. In het zuur met de naam 'koningswater' kun je zelfs goud oplossen.

### Proef 9 Zure oplossingen

**Wat je nodig hebt**

- ☐ 1 reageerbuis-rek
- ☐ 4 reageerbuizen, genummerd 1, 2, 3 en 4:
  - reageerbuis 1 met een beetje water
  - reageerbuis 2 met een beetje azijn
  - reageerbuis 3 met een beetje citroensap
  - reageerbuis 4 met een beetje appelsap
- ☐ 2 blauwe lakmoes-papiertjes
- ☐ 1 roerstaafje
- ☐ 1 bekerglas van 250 mL
- ☐ 1 doek
- ☐ 1 stukje plakband

**Uitvoering**

- Neem een lakmoes-papiertje en scheur het doormidden.
- Leg een helft op lakmoes-papier 1 in afbeelding 48.
- Leg de andere helft op lakmoes-papier 2 in afbeelding 48.
- Scheur ook het andere lakmoes-papiertje doormidden.

- Leg de stukjes op lakmoes-papier 3 en 4 in afbeelding 48.
- Plak de vier stukjes met plakband vast op afbeelding 48.
- Vul het bekerglas tot de streep van 200 mL met water.
- Roer met het roerstaafje in het water van het bekerglas.
- Maak het roerstaafje droog met de doek.

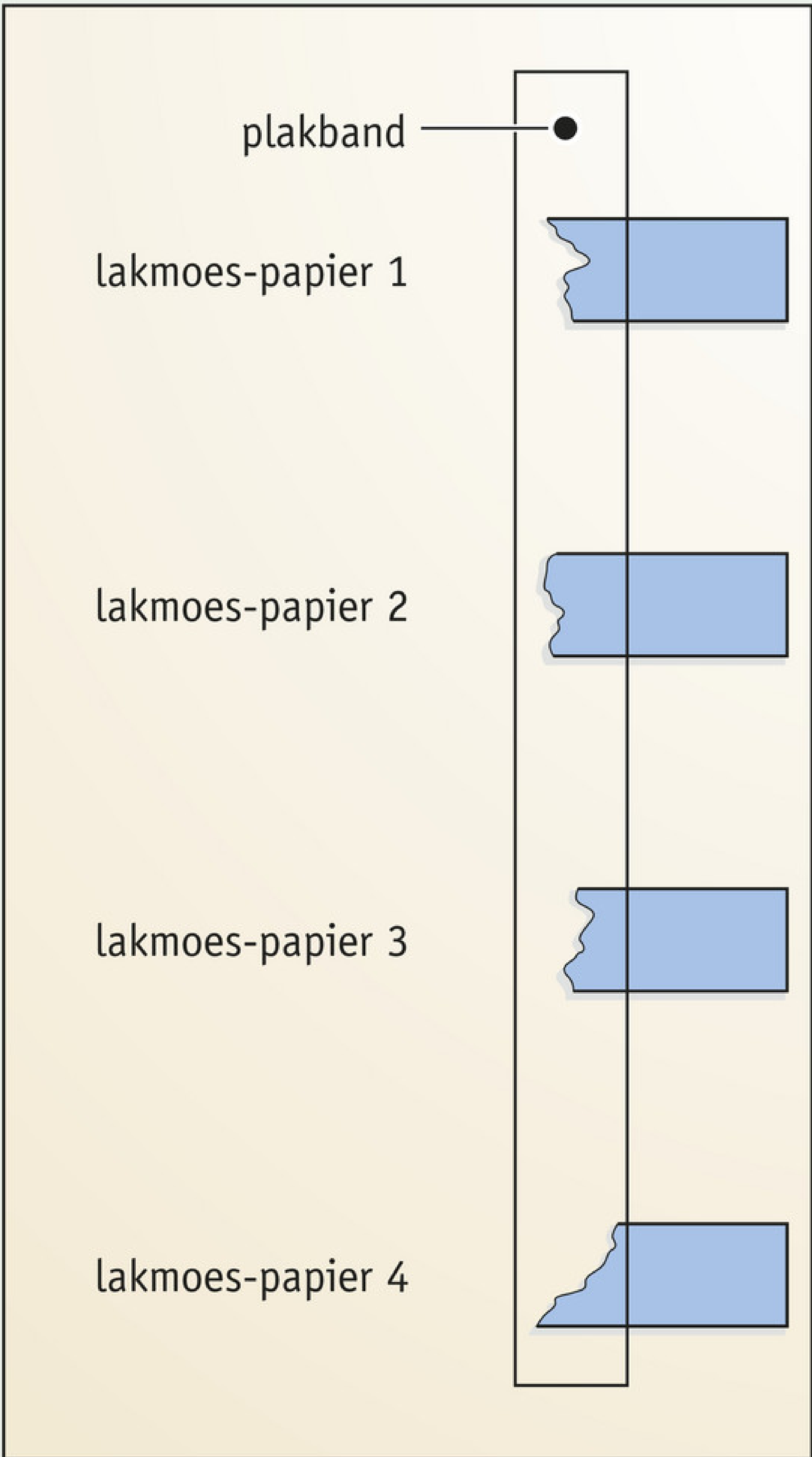
**1** Het roerstaafje is WEL / NIET goed schoon.

- Steek het roerstaafje in reageerbuis 1.
- Haal het roerstaafje eruit.
- Veeg de druppel water af aan lakmoes-papier 1.

**2** Wat gebeurt er met lakmoes-papier 1?
☐ A blijft blauw
☐ B kleurt rood

- Roer met het roerstaafje weer in het water van het bekerglas.
- Maak het roerstaafje weer droog met de doek.
- Neem met het roerstaafje een druppel azijn uit reageerbuis 2.
- Veeg de druppel azijn af aan lakmoes-papier 2.

**3** Wat gebeurt er met lakmoes-papier 2?
☐ A blijft blauw
☐ B kleurt rood




▲ **afbeelding 48**
Zo plak je de stukjes lakmoes-papier op deze afbeelding.

- Maak het roerstaafje weer schoon in het bekerglas en droog het af.
- Neem een druppel citroensap uit reageerbuis 3.
- Veeg de druppel citroensap af aan lakmoes-papier 3.

**4** Wat gebeurt er met lakmoes-papier 3?
☐ A blijft blauw
☐ B kleurt rood

- Maak het staafje weer op de juiste manier schoon en droog.
- Neem een druppel appelsap uit reageerbuis 4.
- Veeg de druppel appelsap af aan lakmoes-papier 4.

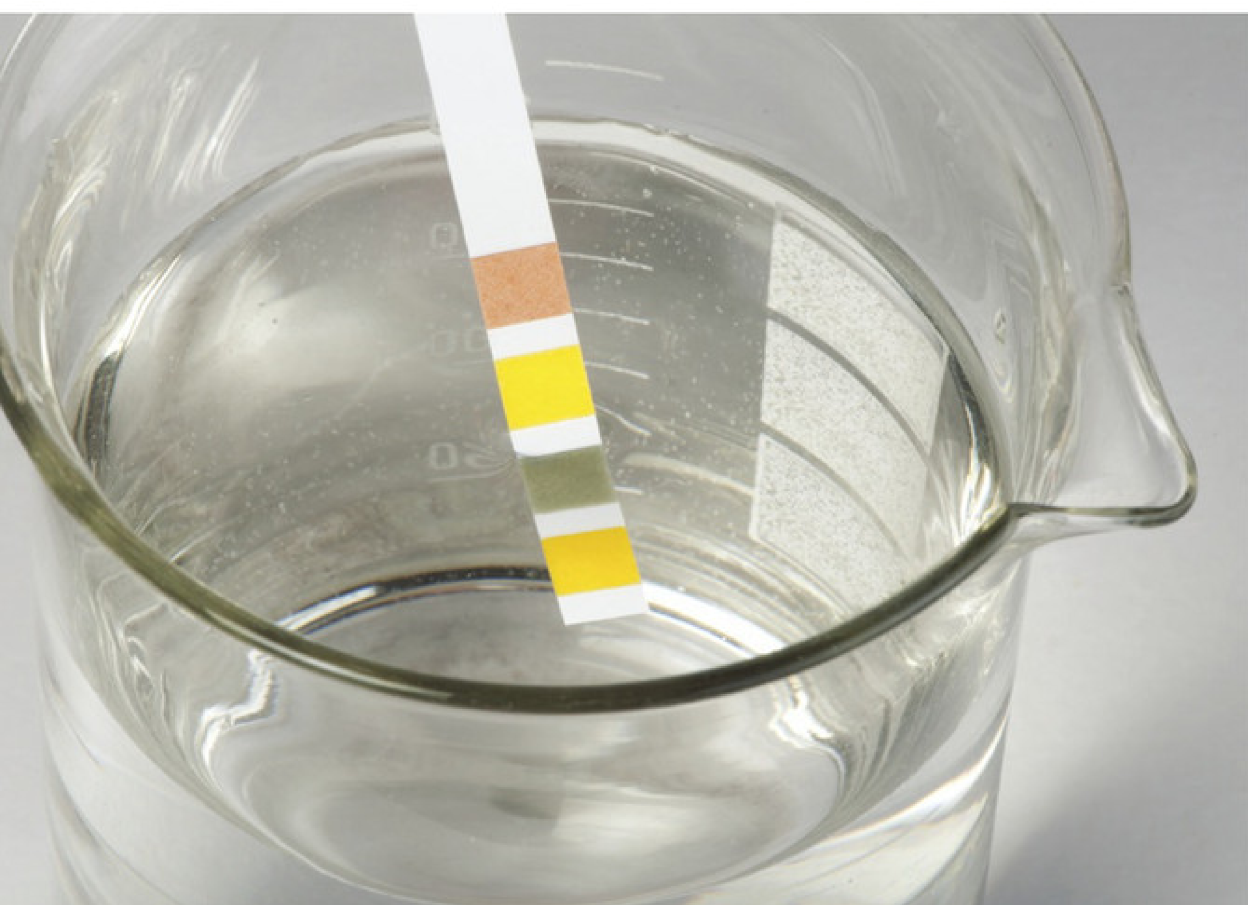
**5** Wat gebeurt er met lakmoes-papier 4?
☐ A blijft blauw
☐ B kleurt rood

**6** Is de stof zuur of niet zuur?
Zet in tabel 9 een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 9** zuur of niet zuur?

| stof | zuur | niet zuur |
|---|---|---|
| water | | |
| azijn | | |
| citroensap | | |
| appelsap | | |

- Laat de lakmoes-papiertjes op afbeelding 48 geplakt zitten.
- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 49**
Met universeel indicator-papier kun je zien hoe zuur een stof is.

## Een beetje zuur of erg zuur

Met blauw lakmoes kun je zien of een vloeistof zuur is. Maar je kunt niet zien of het een beetje zuur is of heel erg zuur. Daarvoor heb je **universeel indicator-papier** nodig (afbeelding 49). Op dit papier staan kleine vakjes. Als er een zuur op komt, verkleuren de vakjes. Aan de nieuwe kleur kun je zien hoe zuur de vloeistof is.

Hoe zuur een stof is, geef je aan met de **pH**. Je schrijft dit met een kleine letter p en een hoofdletter H. Bijvoorbeeld: de pH van water is 7. Dat is niet zuur. Is de pH kleiner dan 7, dan is de stof zuur. Hoe kleiner het getal, hoe zuurder. Een pH van 2 is erg zuur.

Sommige zuren zijn geschikt om te drinken. Bijvoorbeeld frisdrank, zoals cola of sinas. In frisdrank zit zuur. Toch smaakt het meestal niet zuur. Dat komt doordat er ook een heleboel suiker in zit.

### Proef 10 Zuren die lekker smaken

**Wat je nodig hebt**

- ☐ 1 stukje citroen
- ☐ 1 plastic bekertje met een klein beetje cola
- ☐ 2 universeel indicator-papiertjes en doosje met schaalverdeling
- ☐ 1 kladblaadje
- ☐ 1 schaaltje

**Uitvoering**

- Leg het stukje citroen op je kladblaadje en zet het bekertje cola erbij.
- Proef een klein stukje van de citroen (proeven mag nu!).
- Proef ook een beetje van de cola.

**1** De citroen smaakt WEL / NIET zuur.

**2** De cola smaakt WEL / NIET zuur.

- Knijp een beetje citroensap uit de citroen op het schaaltje.
- Pak het indicator-papiertje.
- Leg dit in het citroensap.
- Zorg ervoor dat het papier goed vochtig wordt.
- Kijk op de schaal-verdeling van het doosje.
  Wat is de pH van een citroen?

**3** De pH van citroen is ______ .

- Pak een nieuw indicator-papiertje.
- Leg dit in de cola.
- Kijk met behulp van de schaal-verdeling hoe zuur cola is.

**4** De pH van cola is ______ .

5 Welke stof is zuurder?
- ☐ A citroensap
- ☐ B cola

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**110** Blauw lakmoes-papier wordt WEL / NIET rood in een zure vloeistof.

**111** Waar wordt citroensap vaak gebruikt?

______________________________

**112** Waarvoor worden sterke zuren vaak gebruikt?

______________________________

**113** Welk zuur wordt in een accu gebruikt?

______________________________

**114** Met welk papier kun je de pH-waarde van een zuur bepalen?

______________________________

**115** In welk zuur lost goud op?

______________________________



▲ **afbeelding 50**
Rood lakmoes wordt blauw als er een base op komt.

## Basische oplossingen

Het tegenovergestelde van zuur is **basisch**. Een voorbeeld van een basische stof is zeep. Nadat je je handen hebt gewassen, voelen ze soms een beetje ruw of stroef. Het vet op je handen is opgelost in de zeep. Zeep ontvet je handen. Oplossingen die **ontvetten**, zijn basisch.

Ook basische oplossingen mag je nooit proeven. Een basische stof beschadigt je slokdarm en je maag. Om te weten of een oplossing basisch is, gebruik je **rood lakmoes**. Een papiertje van rood lakmoes wordt blauw als er een base op komt (afbeelding 50).

Je moet voorzichtig zijn met basische oplossingen. De meeste basische oplossingen zijn gevaarlijk voor je huid. Soms krijg je alleen een beetje droge handen, zoals van zeep. Maar van een sterke **base** kan je huid verbranden.

Een voorbeeld van een sterke base is gootsteen-ontstopper. De chemische naam hiervoor is **natronloog**. Het is een verbinding van natrium, waterstof en zuurstof. Als je dat op je huid krijgt, is je huid weg. Natronloog wordt ook gebruikt om verf van hout af te weken.

Een andere sterke base is ammonia. Ammonia wordt gebruikt om oude verflagen te ontvetten. Een sterke base mag je nooit inslikken. Je maag en slokdarm gaan dan kapot.

Hoe basisch een stof is, geef je ook aan met de pH. De pH van een basische stof is groter dan 7. Hoe hoger de pH, hoe sterker de base. Het hoogste getal is 14. Dus de sterkste base heeft een pH van 14.

## Proef 11 Basische oplossingen

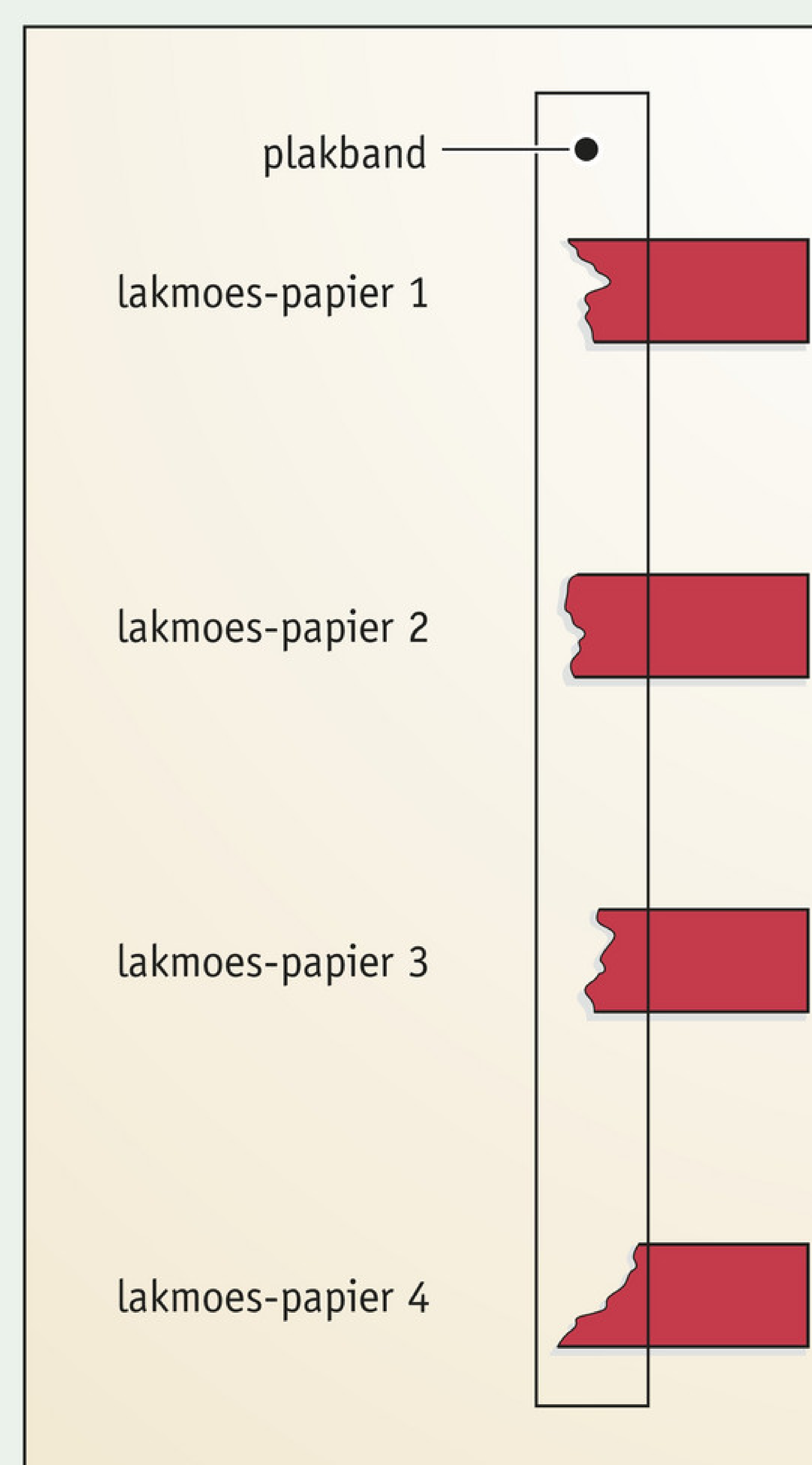
### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 reageerbuis-rek
- ☐ 4 reageerbuizen, genummerd 1, 2, 3 en 4:
  - reageerbuis 1 met een beetje water
  - reageerbuis 2 met een beetje ammonia
  - reageerbuis 3 met een beetje soda
  - reageerbuis 4 met een beetje waspoeder
- ☐ 1 spuitfles met water
- ☐ 2 rode lakmoes-papiertjes
- ☐ 1 roerstaafje
- ☐ 1 bekerglas van 250 mL
- ☐ 1 doek
- ☐ 1 stukje plakband

### Uitvoering

- Scheur de lakmoes-papiertjes doormidden.
- Leg ze neer in afbeelding 51, zoals je bij proef 9 hebt gedaan.
- Plak de lakmoes-papiertjes met plakband vast op afbeelding 51.

- Vul het bekerglas met water tot de streep van 200 mL.
- Roer met het roerstaafje in het water van het bekerglas.
- Maak het roerstaafje droog met de doek.
- Steek het roerstaafje in reageerbuis 1.
- Haal het roerstaafje eruit.
- Veeg de druppel water af aan lakmoes-papier 1.




▲ **afbeelding 51**
Zo plak je de stukjes lakmoes-papier op deze afbeelding.

1 Wat gebeurt er met lakmoes-papier 1?
- ☐ A blijft rood
- ☐ B kleurt blauw

- Roer het roerstaafje weer in het water van het bekerglas.
- Maak het roerstaafje droog met de doek.
- Neem met het roerstaafje een druppel ammonia uit reageerbuis 2.
- Veeg de druppel ammonia af aan lakmoes-papier 2.

2 Wat gebeurt er met lakmoes-papier 2?
- ☐ A blijft rood
- ☐ B kleurt blauw

- Maak het roerstaafje opnieuw schoon in het bekerglas en droog het af.
- Pak reageerbuis 3 met de soda.
- Pak de spuitfles met water.
- Spuit ongeveer 2 cm water bij de soda.
- Kwispel de reageerbuis tot de soda is opgelost.

3 De soda lost WEL / NIET gemakkelijk op.

- Neem met het roerstaafje een druppel soda-oplossing uit reageerbuis 3.
- Veeg de druppel af aan lakmoes-papier 3.

4 Wat gebeurt er met lakmoes-papier 3?
- ☐ A blijft rood
- ☐ B kleurt blauw

- Maak het roerstaafje weer op de juiste manier schoon en droog.
- Los het waspoeder in reageerbuis 4 op in ongeveer 2 cm water.

5 Schuimt de waspoeder-oplossing als je ermee kwispelt? JA / NEE

- Neem met het roerstaafje een druppel waspoeder-oplossing uit reageerbuis 4.
- Veeg de druppel af aan lakmoes-papier 4.

6 Wat gebeurt er met lakmoes-papier 4?
- ☐ A blijft rood
- ☐ B kleurt blauw

7 Is de stof een base of niet?
Zet een kruisje in de juiste kolom van tabel 10.

- Laat de lakmoes-papiertjes op afbeelding 51 geplakt zitten.
- Ruim alles netjes op.

▼ **tabel 10** base of geen base?

| stof | base | geen base |
|---|---|---|
| water | | |
| ammonia | | |
| soda-oplossing | | |
| waspoeder-oplossing | | |

## Opgaven

**116** Welke basische stof gebruik je om je handen te wassen? ___________

**117** Waar wordt ammonia veel voor gebruikt?

Om oude verflagen te ____________________ .

**118** Welke basische vloeistof wordt gebruikt om verf van hout af te weken?

______________________________________________________________

**119** Waarmee kun je ontdekken of een vloeistof zuur of basisch is?

______________________________________________________________

______________________________________________________________

**120** De pH-waarde van een sterke base is 1 / 14.

**121** De pH-waarde van een sterk zuur is 1 / 14.

## Onthouden!

Citroensap en azijn zijn voorbeelden van zwakke zuren.
Zwavel-zuur is een sterk zuur.

Zwakke zuren worden gebruikt voor hun smaak.
Sterke zuren worden gebruikt om stoffen op te lossen.
Blauw lakmoes kleurt rood als er een zuur op komt.

Zeep is een voorbeeld van een zwakke base.
Een basische stof wordt gebruikt om te ontvetten.
Rood lakmoes kleurt blauw als er een base op komt.

Sterke zuren en basen zijn erg gevaarlijk.

# 7 Test Jezelf

## Waar / niet waar-vragen

| | waar | niet waar |
|---|---|---|
| 1 Grote bruggen worden meestal van staal gemaakt. | | |
| 2 Bouten en moeren worden vaak beschermd door fosfor. | | |
| 3 Een klein beetje fluor in tandpasta beschermt je tanden tegen gaatjes. | | |
| 4 Het metaal kwik is vloeibaar bij kamer-temperatuur. | | |
| 5 Koper kun je solderen met soldeer-tin. | | |
| 6 De afkorting van koper is CU. | | |
| 7 Fe is de afkorting voor fosfor. | | |
| 8 Natrium-lampen geven geel licht. | | |
| 9 Om wratten weg te halen, wordt vloeibare stikstof gebruikt. | | |
| 10 Het gas chloor heeft geen kleur, geen smaak en geen reuk. | | |
| 11 Het gas zuurstof heeft geen kleur, geen smaak en geen reuk. | | |
| 12 Sieraden worden vaak van goud en zilver gemaakt. | | |
| 13 Een mengsel bestaat uit twee of meer stoffen. | | |
| 14 Een molecuul water bestaat uit twee atomen waterstof en één atoom zuurstof. | | |
| 15 Een verbinding is een zuivere stof. | | |
| 16 Een rood lakmoes-papiertje kleurt blauw in zoutzuur. | | |
| 17 Diamant bestaat uit zuivere koolstof. | | |
| 18 Moleculen in een gas trekken elkaar stevig aan. | | |
| 19 Een oplossing van azijn in water is een basische oplossing. | | |
| 20 Een atoom waterstof is even groot als een molecuul water. | | |

## Meerkeuze-vragen

**1** Simon is verpleegkundige in het ziekenhuis. Hij maakt soms wel 100 röntgen-foto's per dag. Bij iedere röntgen-foto komt er gevaarlijke straling vrij. Om zich te beschermen tegen deze straling, draagt Simon een schort. In het schort zit een metaal dat de straling tegenhoudt.
Welk metaal zit er in dat schort?
- ☐ A koper
- ☐ B goud
- ☐ C lood
- ☐ D kwik

**2** Goud is een veelgebruikt metaal. Hierna staan vier zinnen over het gebruik van goud. Drie van de zinnen zijn goed, één zin is fout.
Welke zin over goud is fout?
- ☐ A Dure sieraden worden van goud gemaakt.
- ☐ B De winnaars van wedstrijden krijgen een gouden medaille.
- ☐ C Goedkoop goud wordt gemaakt van koper.
- ☐ D Goud lost op in koningswater.

**3** In een reageerbuis zit krijt-poeder en goudpoeder.
Als de reageerbuis goed geschud wordt, zit er in de reageerbuis:
- ☐ A een samensmelting van goud en krijt.
- ☐ B een verbinding van krijt-poeder en goudpoeder.
- ☐ C een zuivere stof die goudkrijt wordt genoemd.
- ☐ D een mengsel van krijt-poeder en goudpoeder.

**4** In lucht zit:
- ☐ A ongeveer 4 keer zo veel stikstof als zuurstof.
- ☐ B ongeveer 4 keer zo veel waterstof als zuurstof.
- ☐ C ongeveer 4 keer zo veel koolstof als zuurstof.
- ☐ D ongeveer 4 keer zo veel helium als zuurstof.

**5** Een verbinding van twee zuurstof-atomen wordt geschreven als:
- ☐ A 2O
- ☐ B O2
- ☐ C OO
- ☐ D $O_2$

**6** Kwik wordt een vaste stof bij een temperatuur lager dan –39 °C.
Wat weet je over de aantrekkingskracht van de moleculen in kwik?
- ☐ A De aantrekkingskracht van de moleculen in vast kwik is groter dan in vloeibaar kwik.
- ☐ B De aantrekkingskracht van de moleculen in vloeibaar kwik is groter dan in vast kwik.
- ☐ C De aantrekkingskracht van de moleculen in kwikdamp is groter dan in vast kwik.
- ☐ D De aantrekkingskracht van de moleculen in kwikdamp is groter dan in vloeibaar kwik.

**7** Je laat een druppel zwavel-zuur op een blauw lakmoes-papiertje vallen.
Wat gebeurt er met het lakmoes-papier?

- ☐ A Het papier blijft blauw.
- ☐ B Het papier kleurt rood.
- ☐ C Het papier kleurt geel.
- ☐ D Het papier kleurt wit.

**8** Een ballon wordt opgeblazen met een brandbaar gas. Kleine Tinus krijgt de ballon, maar laat hem los. De ballon stijgt op.
Met welk gas is de ballon gevuld?

- ☐ A helium
- ☐ B waterstof
- ☐ C lucht
- ☐ D stikstof

**9** Bij het boren naar aardgas moet de boor vaak door hard gesteente.
Van welk materiaal wordt de punt van de boor daarom gemaakt?

- ☐ A zilver
- ☐ B goud versterkt met lood
- ☐ C diamant
- ☐ D zuiver goud

**10** In de accu van oplaadbaar gereedschap zitten zware metalen.
De accu van een boormachine die niet meer opgeladen kan worden, gooi je:

- ☐ A in de afvalbak.
- ☐ B in de milieu-bak voor kca.
- ☐ C in de grofvuil-container.
- ☐ D in de glasbak.

## Open vragen

**1** Schrijf twee verschillende manieren op om ijzer tegen roesten te beschermen.

**2** Schrijf drie redenen op waarom een fiets niet van lood wordt gemaakt.

–

–

–

**3** In tabel 11 staan enkele stoffen.
Schrijf de afkortingen in de kolom ernaast.

▼ **tabel 11** enkele stoffen en hun afkorting

| stof | afkorting |
|---|---|
| cadmium | |
| fluor | |
| koolstof | |
| kwik | |
| zilver | |
| zwavel | |

**4** Van welke stoffen zijn de afkortingen in tabel 12?

▼ **tabel 12** afkortingen van enkele stoffen

| afkorting | stof |
|---|---|
| Au | |
| Fe | |
| H | |
| He | |
| O | |
| Pb | |

**5** In tabel 13 staan de afkortingen van vier stoffen.
Schrijf de naam van de stof in de kolom ernaast.
Kruis aan of de stof bij kamer-temperatuur vast, vloeibaar of gasvormig is.

▼ **tabel 13** afkortingen van enkele stoffen

| molecuul | stof | fase bij kamer-temperatuur | | |
|---|---|---|---|---|
| | | vast | vloeibaar | gas |
| Au | | | | |
| $H_2$ | | | | |
| $H_2O$ | | | | |
| $O_2$ | | | | |



# 4 Elektriciteit

## Inhoud



### Startvraag

In een auto zit veel elektrische apparatuur.
Schrijf vijf apparaten uit een auto op die op elektriciteit werken.

______________________________

______________________________

______________________________

______________________________

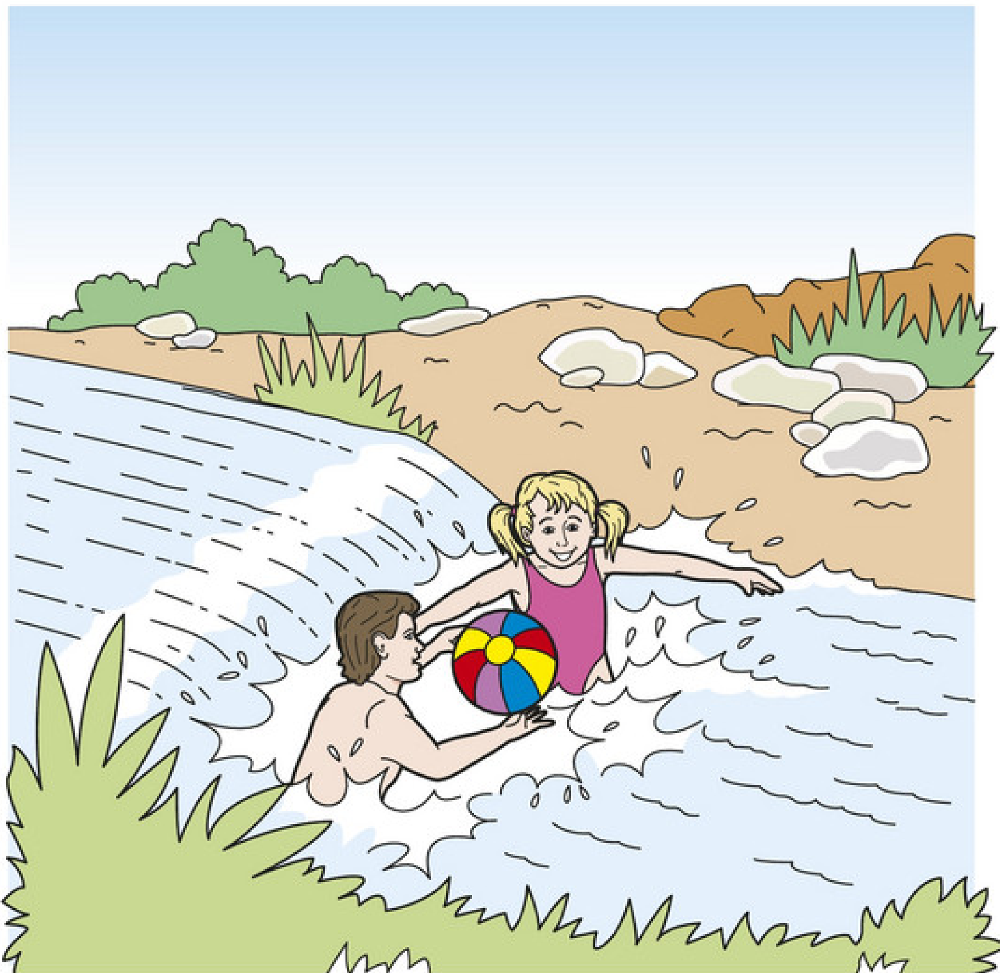
______________________________

# 1 Spanning en stroom

Een elektrisch apparaat heeft spanning nodig om te kunnen werken. Door het apparaat gaat dan een stroom lopen. Hoe groter de spanning, hoe meer stroom er kan lopen.

## Spanning

Sommige apparaten werken op een batterij. Hoe je de batterij ook aanraakt, je krijgt geen schok. Dat komt doordat de spanning van een batterij laag is. Een gewone staaf-batterij heeft een spanning van 1,5 volt. De eenheid van elektrische **spanning** is volt.



▲ **afbeelding 1**
een ongevaarlijke waterval

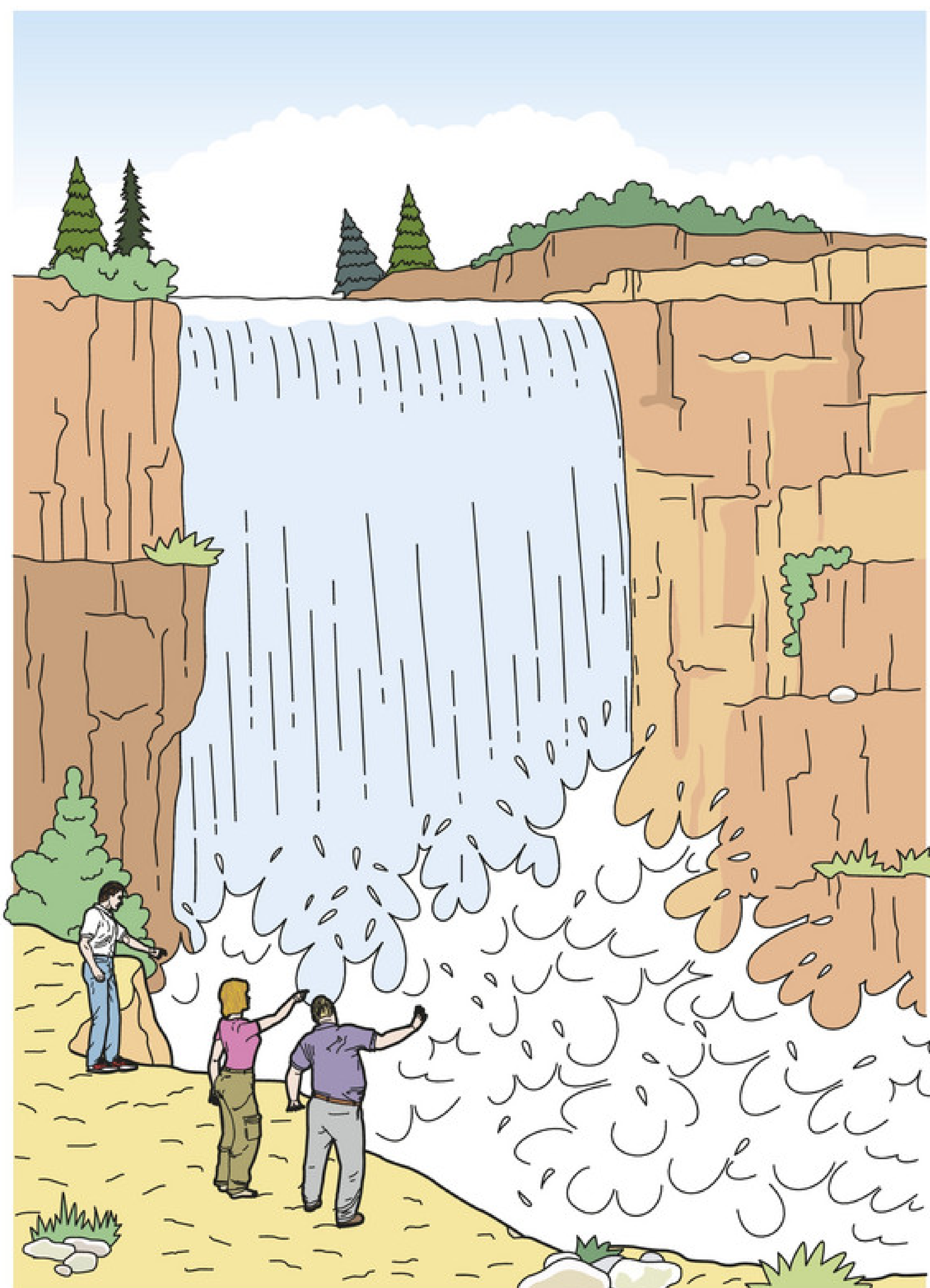
In afbeelding 1 zie je een kleine waterval. Deze waterval kun je vergelijken met een batterij. Water stroomt altijd van boven naar beneden. De stroom in een batterij loopt altijd van de plus naar de min.

De kracht van het water kun je vergelijken met de spanning van een batterij. De waterval is laag. Een batterij heeft een lage spanning. De kinderen kunnen veilig spelen in de kleine stroom.

## Stroom

In afbeelding 2 zie je een grote waterval. De waterval is hoog. Er valt veel water hard naar beneden. De kinderen zouden niet in deze waterval kunnen spelen. De stroom van de waterval is gevaarlijk.

Deze grote waterval kun je vergelijken met een stopcontact. Op een stopcontact staat een grote spanning van 230 volt. Bij een spanning van 230 volt is de elektrische **stroom** ook gevaarlijk groot. Daarom mag je nooit iets aanraken als de spanning 230 volt is.



▶ **afbeelding 2**
Deze waterval is levensgevaarlijk.

## Opgaven

1 De spanning van een gewone batterij is WEL / NIET gevaarlijk.

2 Hoe groot is de spanning die op het stopcontact staat? ________________

3 De spanning op een stopcontact is WEL / NIET gevaarlijk.

4 Elektrische stroom loopt altijd van de __________ naar de _________ .

5 Hoe groter de spanning, hoe GROTER / KLEINER de stroom.

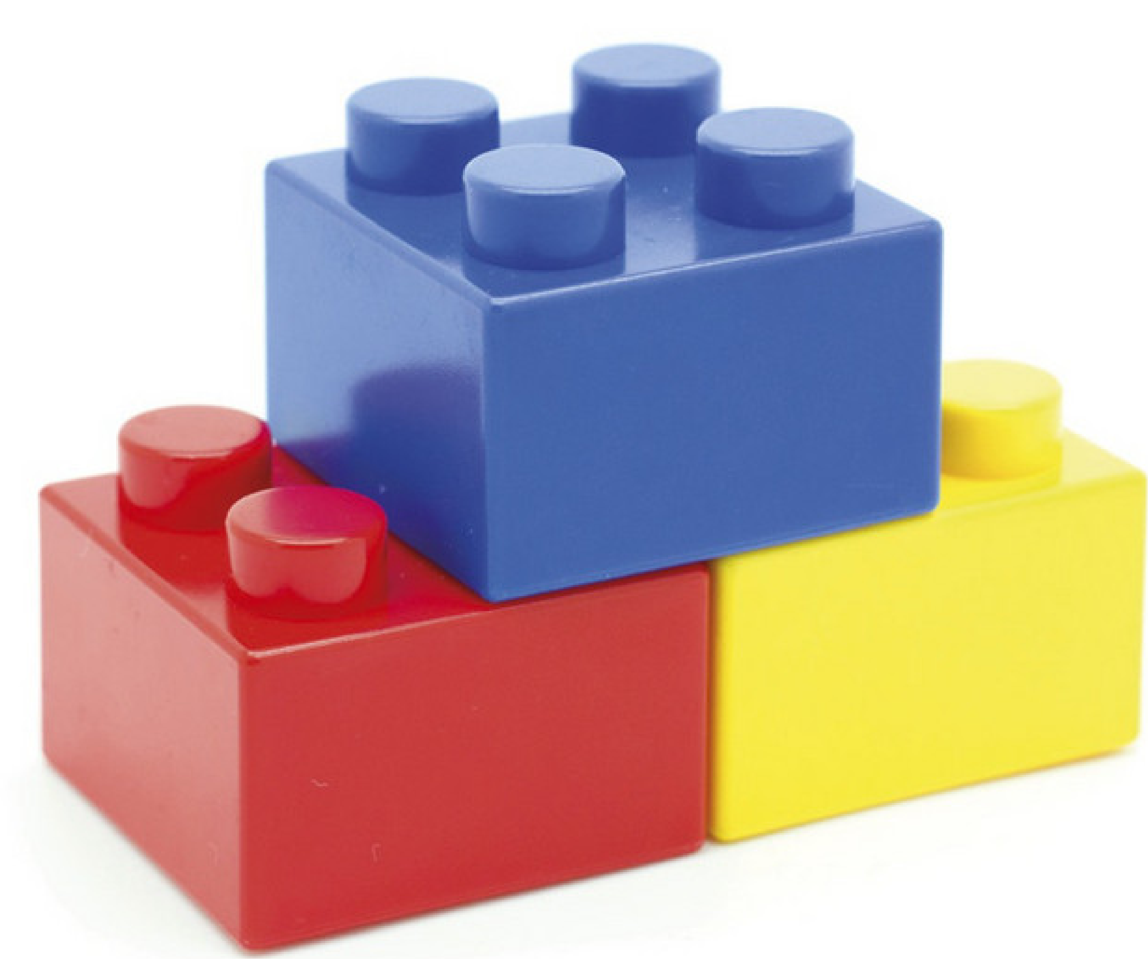
+6 Welke spanning kan levensgevaarlijk zijn?
Zet in tabel 1 steeds een kruisje in de goede kolom.

▼ **tabel 1** wel of geen levensgevaarlijke spanning?

| spanning | levensgevaarlijk | |
|---|---|---|
| | wel | niet |
| spanning van 12 volt op een halogeen-lampje | | |
| spanning van 24 volt in het techniek-lokaal | | |
| spanning van 230 volt op het stopcontact | | |
| spanning van 12 volt van een auto-accu | | |
| spanning van 1500 volt op de bovenleiding van de trein | | |

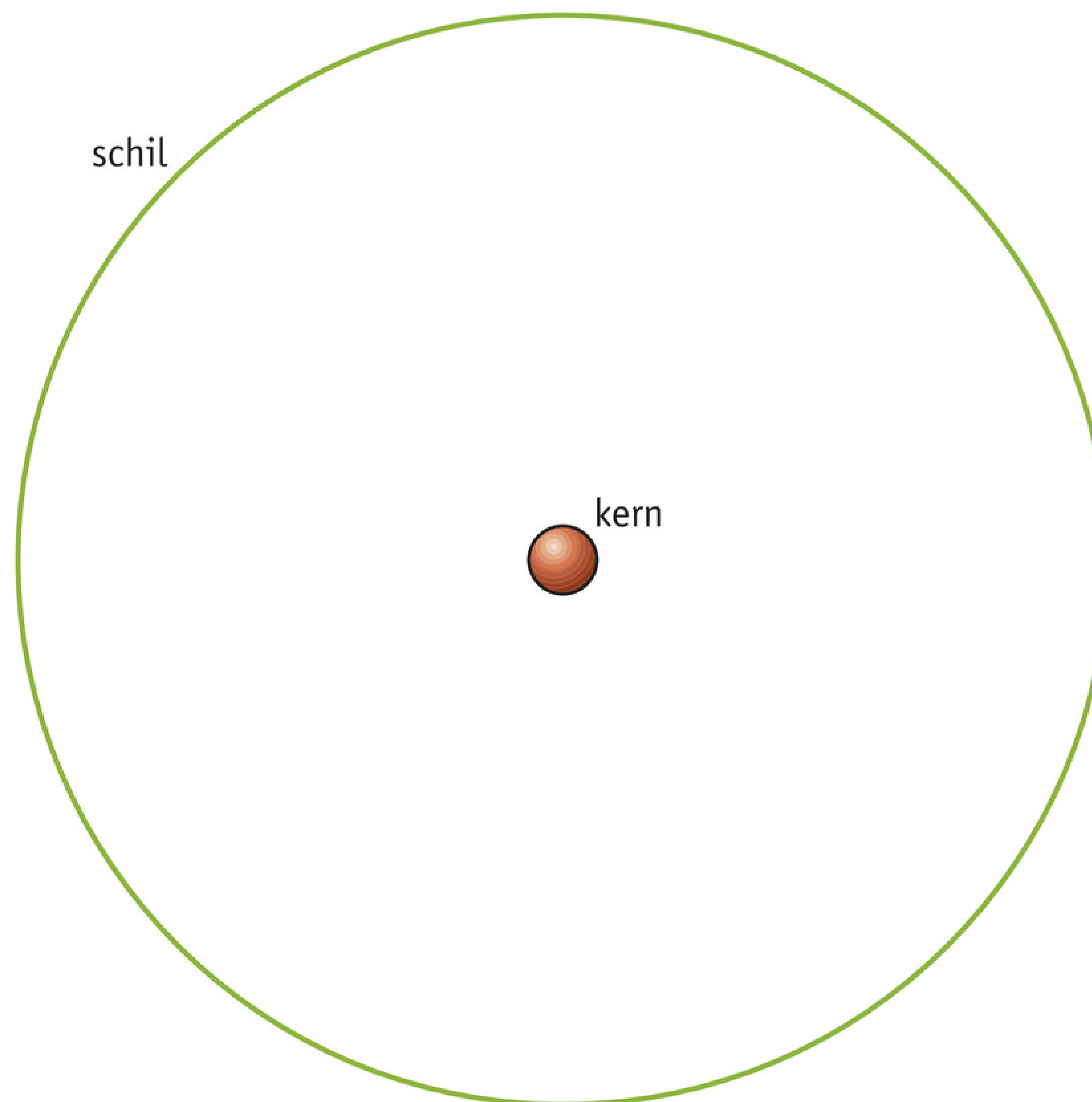
## Het atoom

In hoofdstuk 3 heb je geleerd over moleculen en atomen. Atomen zijn heel kleine deeltjes, die je niet kunt zien. Moleculen zijn opgebouwd uit twee of meer atomen. Moleculen zijn iets groter dan atomen, maar nog steeds zo klein dat je ze niet kunt zien (afbeelding 3).



▲ **afbeelding 3**
voorbeeld van drie atomen en één molecuul

In afbeelding 4 zie je een model van een atoom. Voor deze tekening is het atoom miljoenen keren vergroot. Een atoom heeft een **kern**. Dat is het binnenste van een atoom.




▶ **afbeelding 4**
Een atoom heeft een kern en een schil.

Rond de kern zit een **schil** van heel kleine deeltjes. Die kleine deeltjes heten **elektronen**. De elektronen draaien rond de kern van het atoom. Denk maar aan vliegtuigen die rond de aarde vliegen (afbeelding 5).



▶ **afbeelding 5**
Elektronen draaien rond de kern van een atoom zoals vliegtuigen rond de aarde.

Tussen de kern en de schil van een atoom zit helemaal niets. Dus geen lucht, en ook geen andere deeltjes. Helemaal niets. Denk maar na: lucht bestaat uit moleculen. Moleculen bestaan uit atomen. Dus in een atoom kunnen geen lucht-moleculen zitten!

## Elektronen

Elektriciteit heeft te maken met de elektronen in een atoom. Kijk eens goed naar de woorden: elektronen – elektriciteit. Een elektrische stroom krijg je als de elektronen gaan bewegen door een draad. Elektriciteit is een stroom van elektronen.

Bij elektriciteit stromen elektronen door een draad. De elektronen bewegen weg van het atoom waar ze bij horen. Elektronen die niet vast zitten aan een atoom, noem je **vrije elektronen**.

Een metaal heeft veel vrije elektronen. Daarom kan door metaal goed een stroom lopen. Metalen zijn goede geleiders voor elektriciteit.

## Opgaven

**7** Een molecuul is opgebouwd uit één of meer ____________ .

**8** In een atoom van het metaal koper zitten WEL / GEEN vrije elektronen.

**9** In een atoom van de isolator pvc zitten WEL / GEEN vrije elektronen.

**10** Vrije elektronen blijven WEL / NIET bij het atoom waar ze bij horen.

**11** Een stof zonder vrije elektronen is altijd een GELEIDER / ISOLATOR.

**12** Hoe heten de deeltjes die rond de kern van een atoom draaien?
- ☐ A atomen
- ☐ B moleculen
- ☐ C luchtdeeltjes
- ☐ D elektronen

**13** Wat zit er tussen de kern en de schil van een atoom?
- ☐ A niets
- ☐ B lucht
- ☐ C elektronen

**+14** Beantwoord de volgende vragen.

**a** Waarom is koper een geleider?

______________________________________________

______________________________________________

**b** Waarom is kunststof een isolator?

______________________________________________

______________________________________________

## Beroep

### Monteur infra-techniek

Tv kijken, iets opwarmen in de magnetron, het licht aandoen. Voor al die dingen heb je elektriciteit nodig. Elektriciteit, water, gas, warmte en data komen naar je huis door een groot netwerk van kabels en leidingen. In Nederland liggen overal kabels en leidingen in de grond. Monteurs in de infra-techniek maken en onderhouden deze kabels en leidingen. Als monteur in de infra-techniek werk je vaak buiten. Je graaft sleuven en werkputten. Je legt kabels en leidingen in de grond. Je monteert onderdelen, zoals afsluiters, drukregelaars, brandkranen, spannings-schakelaars en transformatoren. Je komt op veel verschillende plekken, want kabels en leidingen zijn overal. Soms werk je op een leeg veld waar nieuwe huizen worden gebouwd. Een andere keer trek je kabels tussen hoge gebouwen. Meestal werk je langs openbare wegen, het spoor of een kanaal.



▲ **afbeelding 6**
Als monteur infra-techniek werk je vaak buiten.

### Onthouden!

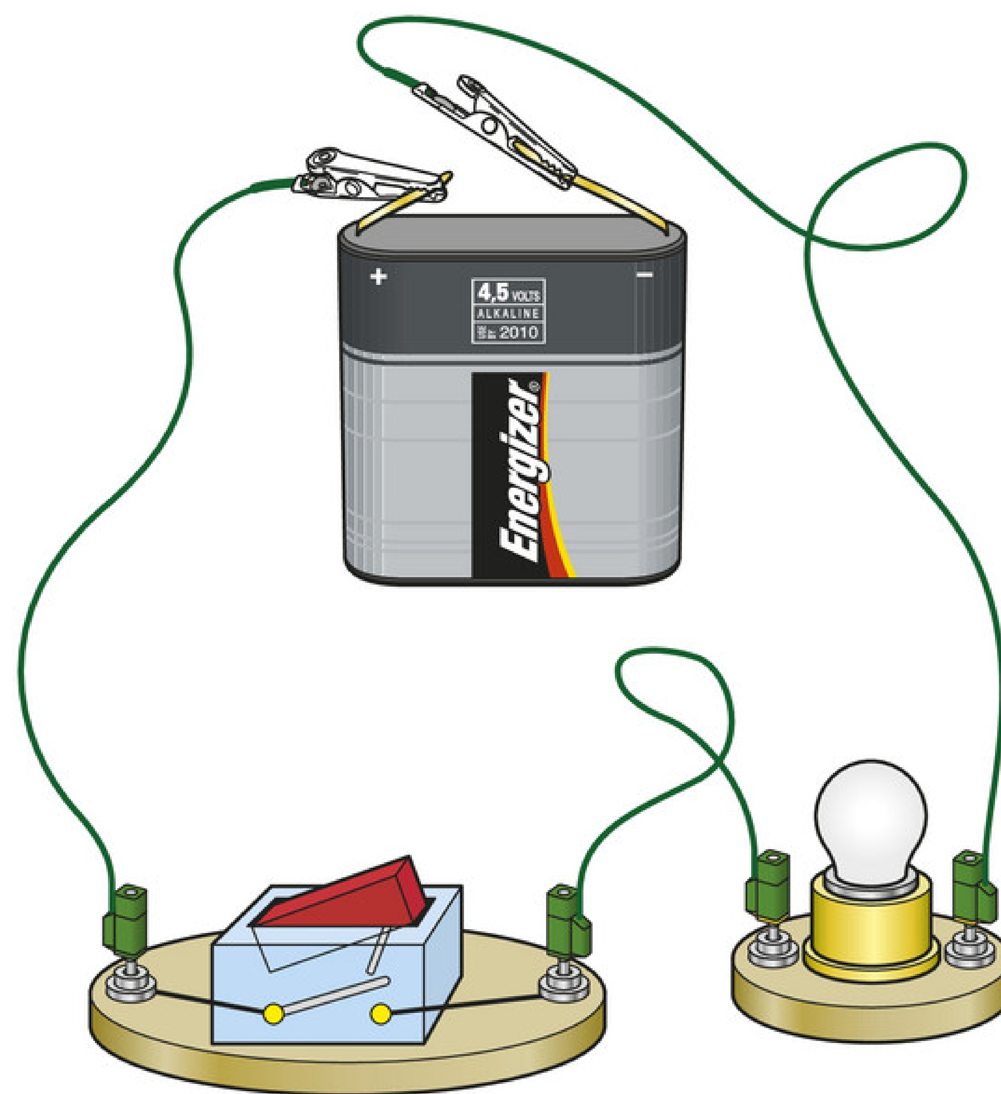
Op een batterij staat een lage spanning, bijvoorbeeld 1,5 volt.
De spanning van een batterij is niet gevaarlijk.
Op het stopcontact staat een spanning van 230 volt.
230 volt is een levensgevaarlijke spanning.
Een atoom heeft een kern en een schil.
De schil bestaat uit elektronen, die rond de kern draaien.
Vrije elektronen zitten niet vast in het atoom.
Elektrische stroom is een stroom van vrije elektronen.

# 2 In serie of parallel schakelen

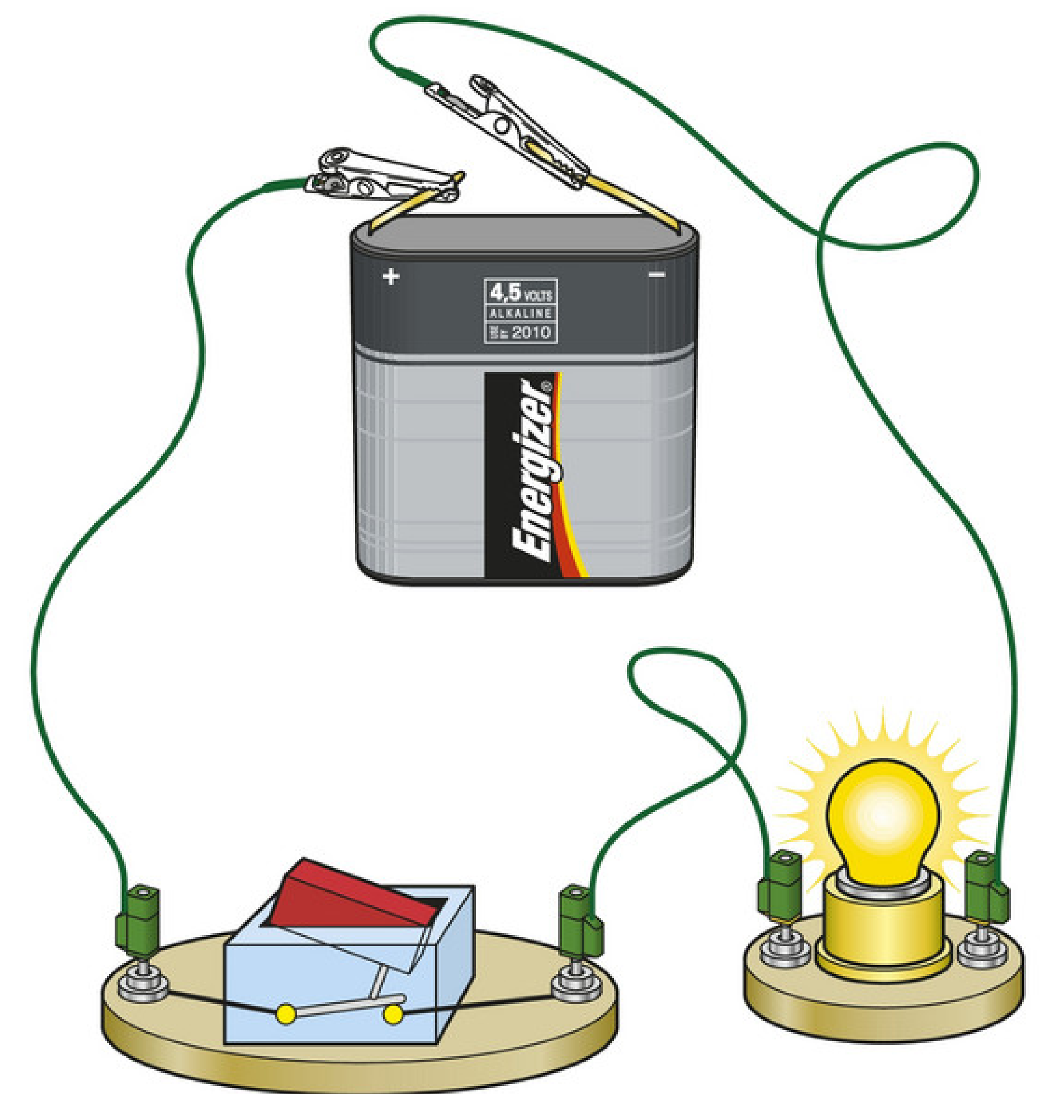
Lampen en apparaten kun je op twee manieren aansluiten: in serie of parallel. Er zijn grote verschillen tussen deze twee manieren.

## Schakelen in serie

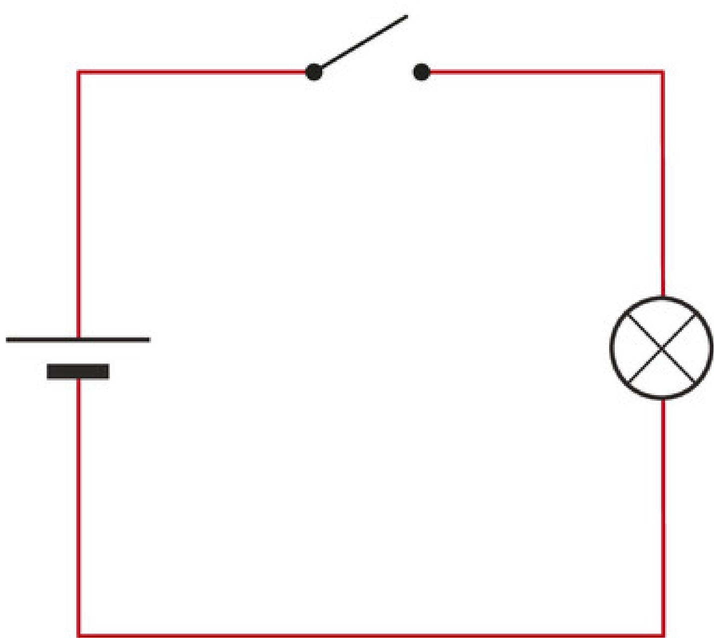
In afbeelding 7 staan het lampje en de schakelaar in één stroomkring. Het lampje en de schakelaar zijn dus **in serie** geschakeld. Omdat de schakelaar 'open' staat, brandt het lampje niet.
In een schakeling loopt nooit stroom als een schakelaar 'open' is. Het lampje brandt alleen als de schakelaar 'gesloten' is. Bij een gesloten schakelaar heb je een gesloten stroomkring (afbeelding 8).



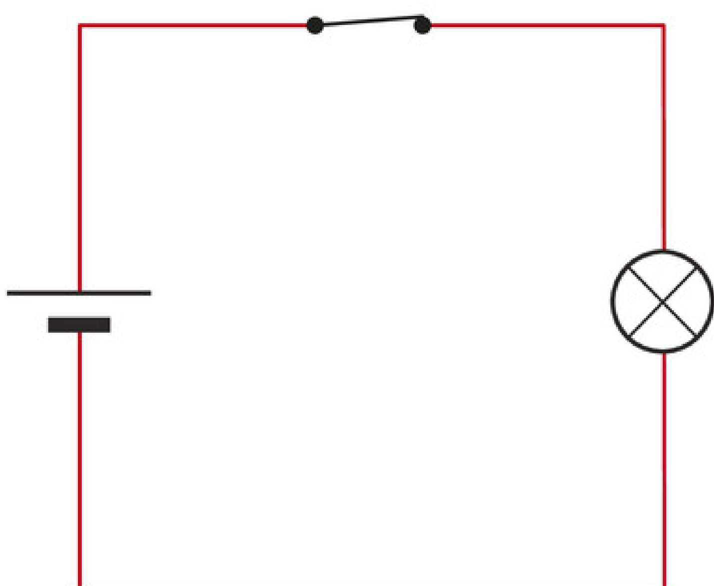

▲ **afbeelding 7**
lampje in serie met een 'open' schakelaar




▲ **afbeelding 8**
het lampje brandt als de stroomkring gesloten is.



▲ **afbeelding 9**
schema voor een onderbroken stroomkring



▲ **afbeelding 10**
schema voor een gesloten stroomkring

Van een schakeling kun je een eenvoudige tekening maken. Een tekening van een schakeling noem je een **schakelschema** (afbeelding 9). Bij het tekenen van een schakelschema gebruik je symbolen. In afbeelding 9 zie je de symbolen voor een batterij, een schakelaar en een lampje. In tabel 2 op bladzijde 194 zie je nog meer symbolen die je bij het tekenen kunt gebruiken.

In het schema van afbeelding 9 is een **onderbroken stroomkring** getekend. Het lampje brandt dus niet. In afbeelding 10 zie je het schema van een **gesloten stroomkring**. In een gesloten stroomkring loopt stroom. In een gesloten stroomkring brandt het lampje.

▼ **tabel 2** symbolen voor elektrische schakelingen

| component | symbool |
|---|---|
| snoer | |
| batterij | |
| lampje | |
| schakelaar | open<br>dicht |
| drukschakelaar | |

Soms is het niet handig als een schakelaar dicht blijft staan. Denk maar aan een deurbel. Je wilt niet dat de bel de hele tijd rinkelt. Bij een deurbel gebruik je daarom een **druk-schakelaar** (afbeelding 11). Als je de knop indrukt, sluit je de stroomkring. Hierdoor gaat in huis een bel werken. Als je de knop loslaat, veert het contact terug. De stroomkring gaat open en de bel stopt met geluid maken.



▲ **afbeelding 11**
een druk-schakelaar bij de voordeur van een woonhuis

## Proef 1 Lampen in serie schakelen

### Wat je nodig hebt
- ☐ 1 platte batterij
- ☐ 1 schakelaar
- ☐ 1 druk-schakelaar
- ☐ 2 lamp-houders
- ☐ 2 lampjes van 6 volt
- ☐ 2 krokodillen-bekjes
- ☐ 4 snoeren

### Uitvoering
- Steek de stekker van een snoertje in één krokodillen-bekje.
- Maak het snoertje met het krokodillen-bekje vast aan de plus van de batterij.

**1** De plus is het LANGE / KORTE lipje van de batterij.

- Maak aan de andere kant van het snoertje de schakelaar vast.

**2** De schakelaar is nu aangesloten op de PLUS / MIN van de batterij.

- Steek de stekker van het tweede snoertje in een krokodillen-bekje.
- Zet dit krokodillen-bekje vast aan de min van de batterij.

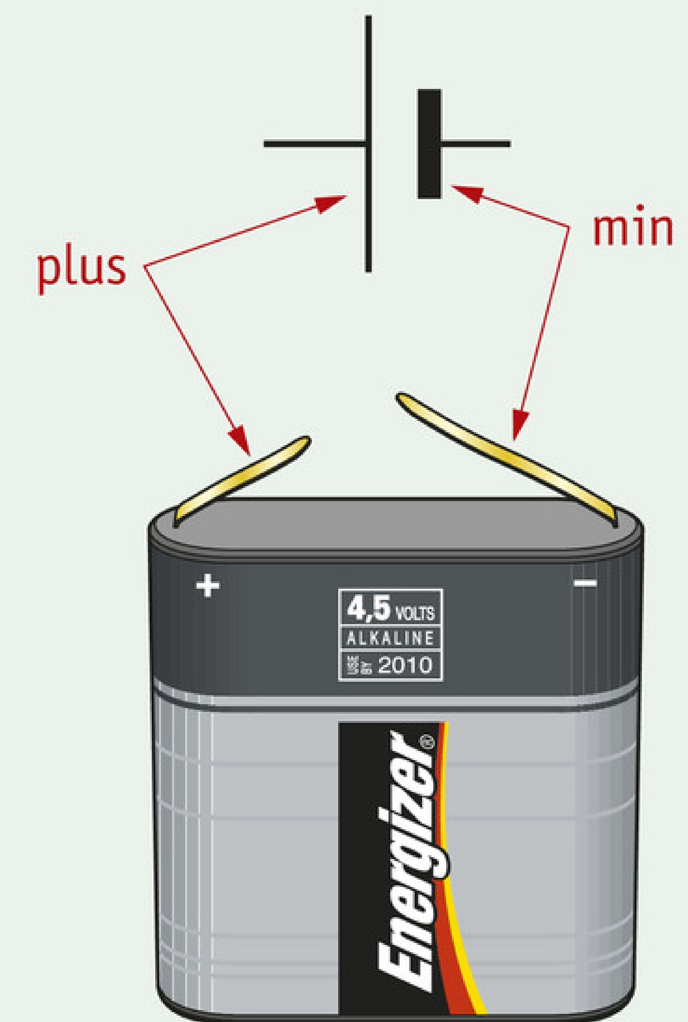
3 De min is het LANGE / KORTE lipje van de batterij.

- Draai een lamp in een lamp-houder.
- Duw de stekker van het snoertje in de lamp-houder.

4 De lamp is nu aangesloten op de PLUS / MIN van de batterij.

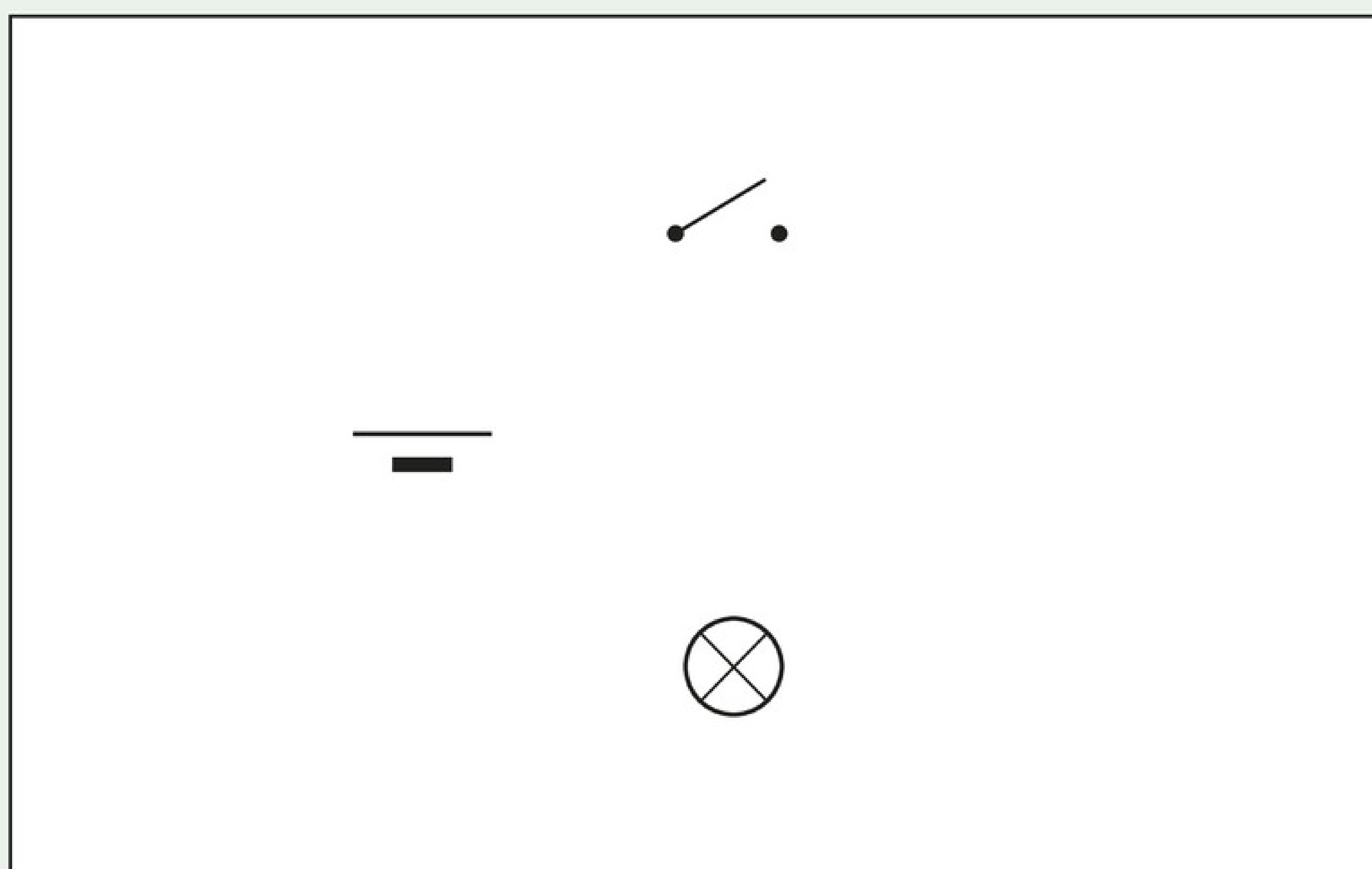
- Pak nog een snoertje.
- Verbind hiermee de schakelaar met de lamp.
- Druk op de knop van de schakelaar.
- Het lampje moet nu aan of uit gaan.
  Als er niets gebeurt, moet je controleren of je ergens een fout hebt gemaakt.
  Lukt het nog niet, vraag dan de hulp van je leraar.

Je hebt de plus van de batterij aangesloten op de schakelaar. De plus van de batterij is de korte lip. Maar in het symbool van een batterij is de plus juist een lang streepje (afbeelding 12). Bij een batterij is de lange lip de min. In het symbool is het korte, dikke streepje de min.

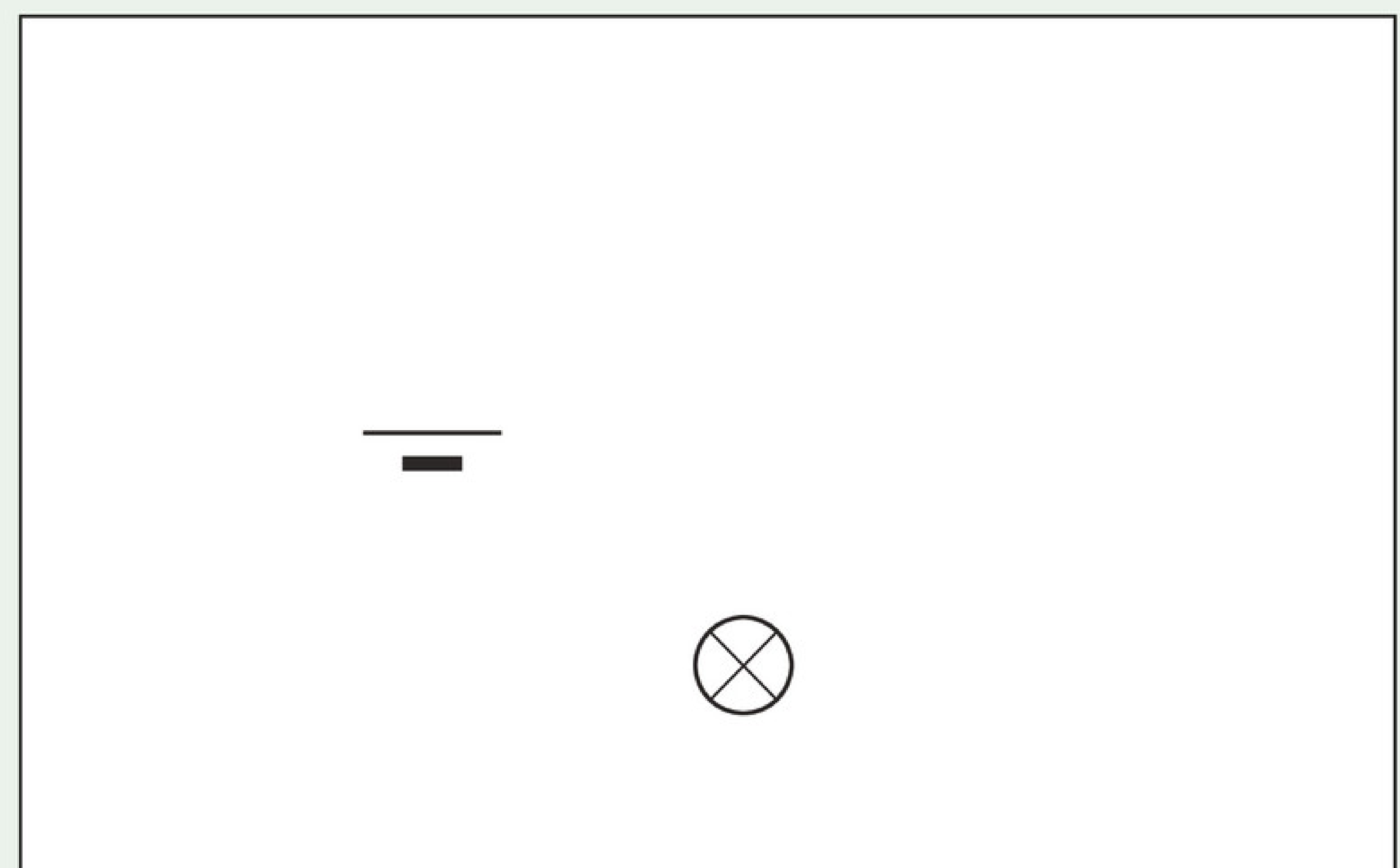



▲ **afbeelding 12**
de plus en min van een batterij en het symbool van een batterij

5 In afbeelding 13 zie je een batterij, een schakelaar en een lampje. Teken de draden in het schema. Batterij, lampje en schakelaar moeten met elkaar in serie staan. Gebruik potlood en liniaal of geo-driehoek.



▲ **afbeelding 13**
Maak het schema af.



▲ **afbeelding 14**
Maak het schema af.

6 Kijk naar het lange streepje van de batterij in het schema.
Het lange streepje is WEL / NIET verbonden met de schakelaar.

7 De plus van de batterij is de korte lip.
In een schema is de plus het LANGE / KORTE streepje.

8 Hoe is in een schema de min van de batterij getekend?

De min van de batterij is getekend als ________________________________ .

9 Maak het schema van afbeelding 14 af. De schakelaar moet 'dicht' zijn.

- Druk op de knop van de schakelaar, zodat het lampje uit is.

**10** Als het lampje uit is, heb je een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

**11** Als het lampje uit is, heb je het schema van:
- ☐ A afbeelding 13.
- ☐ B afbeelding 14.

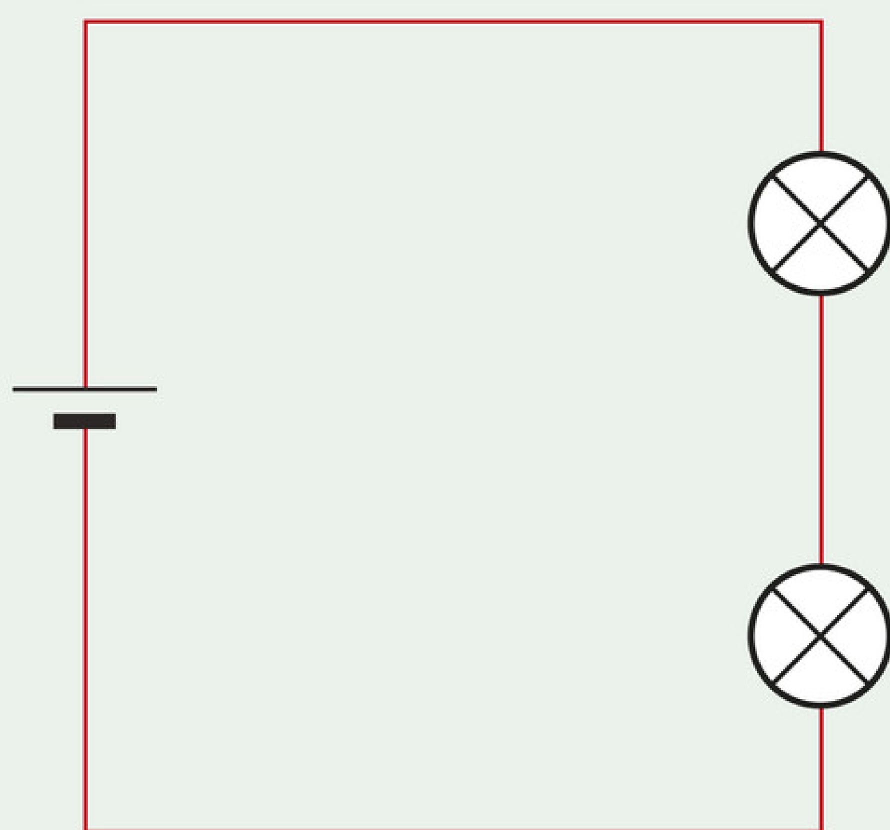
- Druk op de knop van de schakelaar, zodat het lampje brandt.

**12** Als het lampje brandt, heb je een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

**13** Als het lampje brandt, heb je het schema van:
- ☐ A afbeelding 13.
- ☐ B afbeelding 14.

- Pak de tweede lamp-houder en schroef het lampje erin.
- Haal de twee snoeren uit de schakelaar.
- Steek ze in de lamp-houder.
  Als het goed is, branden nu twee lampjes.

  Je hebt de schakeling gemaakt van het schema in afbeelding 15.



▲ **afbeelding 15**
twee lampjes in serie aangesloten op een batterij

**14** De twee lampjes branden WEL / NIET zo fel als het ene lampje bij de opdrachten hiervoor.

- Draai een lampje los. Draai het niet uit de lamp-houder, alleen zo ver los dat het uit gaat.

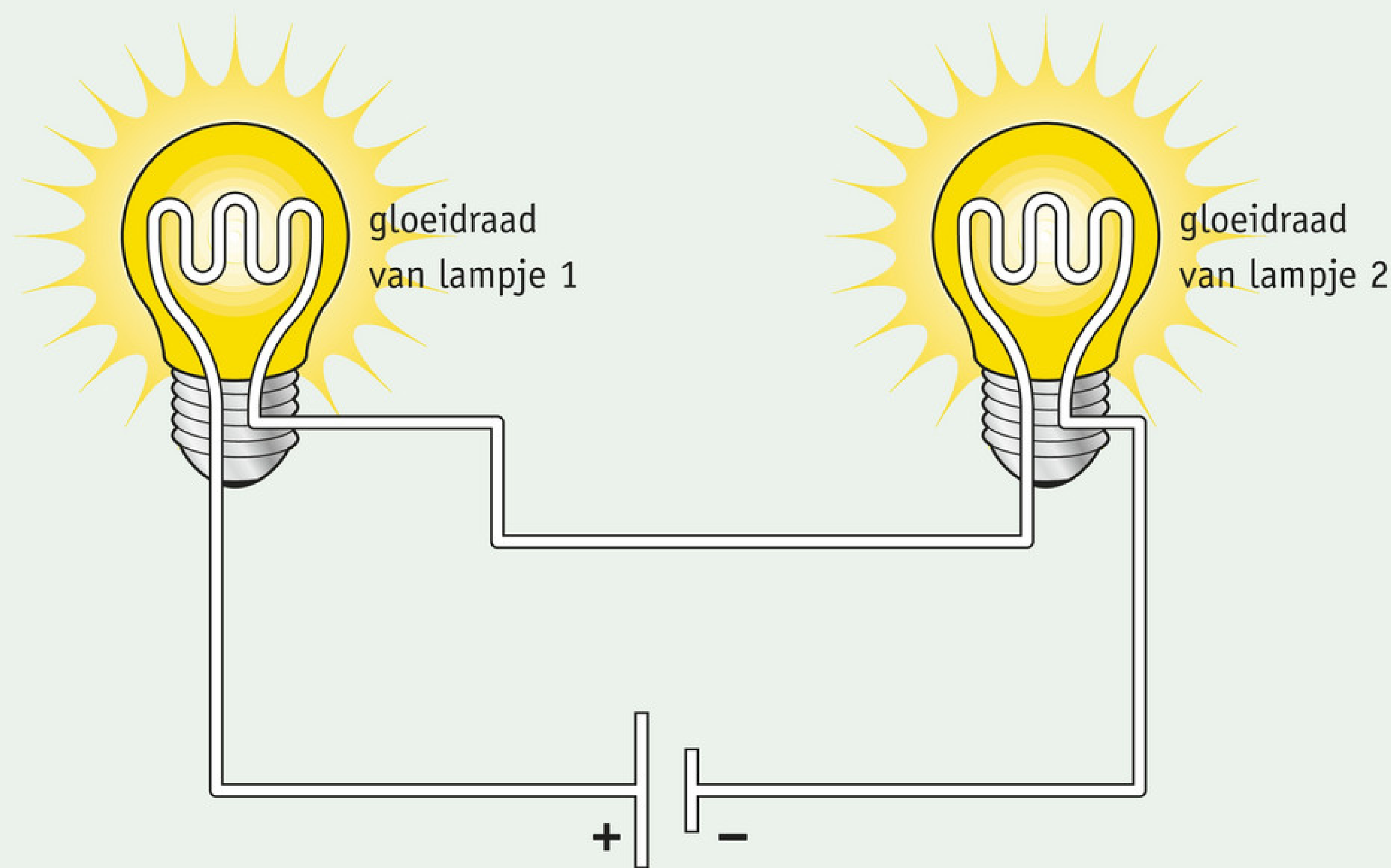
**15** Het andere lampje:
- ☐ A blijft branden.
- ☐ B gaat ook uit.

- Draai het lampje weer vast.
- Draai nu het andere lampje los.

**16** Wat gebeurt er met het lampje dat nog vastzit?
- ☐ A Dat lampje blijft branden.
- ☐ B Dat lampje gaat ook uit.

Je hebt een serie-schakeling. Als daarin één van de lampen kapotgaat, branden de andere lampen ook niet meer. Met afbeelding 16 en 17 ga je kijken hoe dat komt.

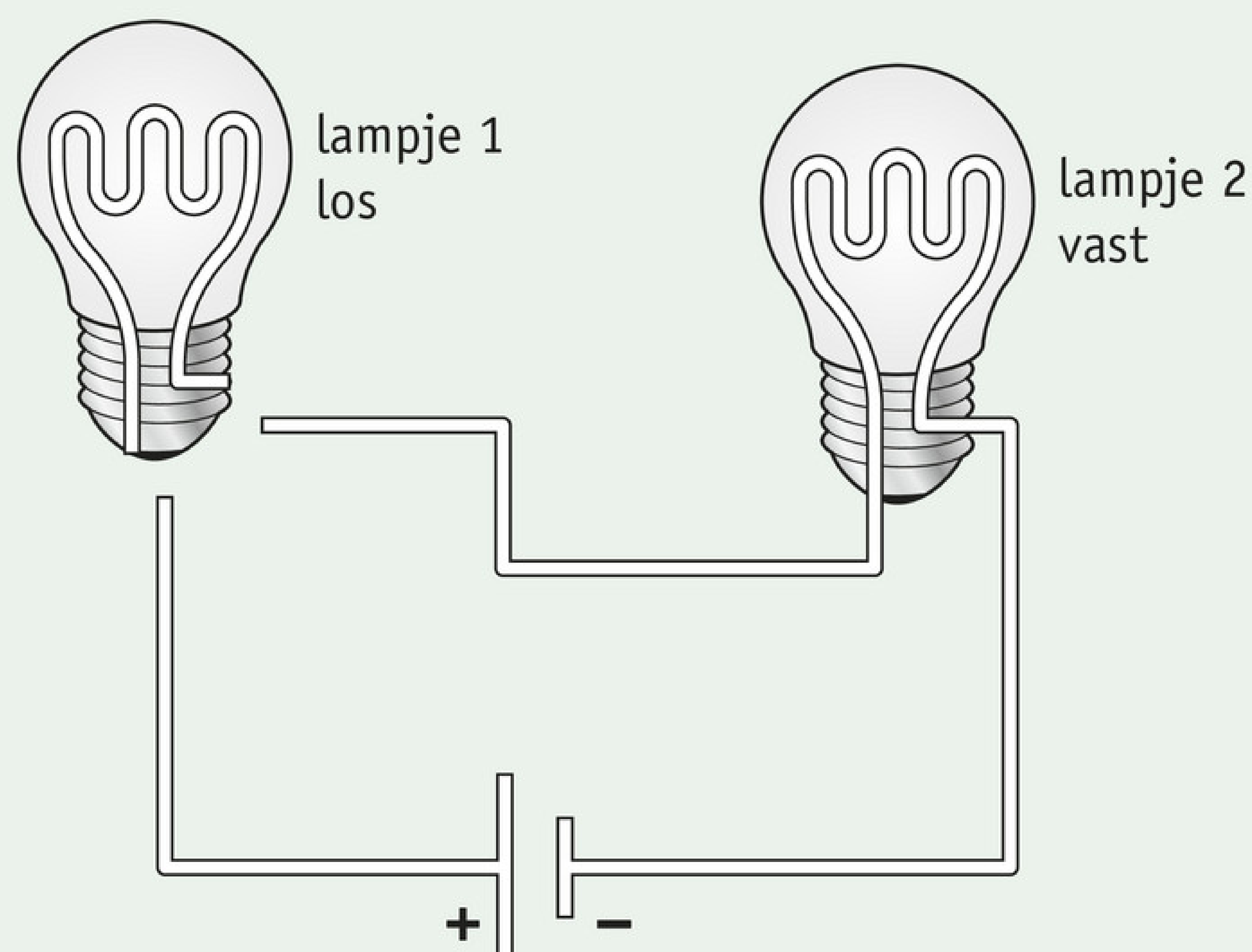
**17** Kleur in afbeelding 16 met rood:
- de plus en de min van de batterij;
- de weg van de stroom, van de plus van de batterij naar de min.




**▲ afbeelding 16**
In een gesloten stroomkring loopt altijd stroom.

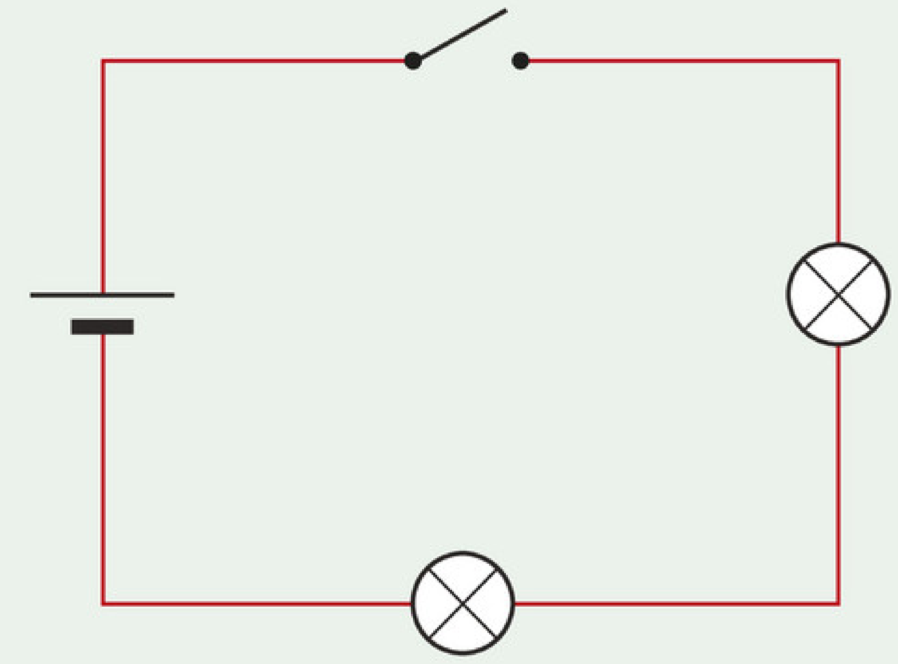
**18** Kun je in afbeelding 16 van de plus naar de min kleuren zonder onderbreking?
- ☐ A Ja, er is een gesloten stroomkring.
- ☐ B Nee, er is een onderbroken stroomkring.

**19** Kun je in afbeelding 17 van de plus naar de min kleuren zonder onderbreking?
- ☐ A Ja, er is een gesloten stroomkring.
- ☐ B Nee, er is een onderbroken stroomkring.




**▲ afbeelding 17**
In een serie-schakeling loopt geen stroom als een lampje los is.

- Pak de schakelaar en het vierde snoertje.
- Maak de schakeling van het schema in afbeelding 18.



▶ **afbeelding 18**
een serie-schakeling van twee lampjes, een schakelaar en een batterij

**20** De lampjes en de schakelaar staan WEL / NIET in serie geschakeld.

- Zorg ervoor dat de schakelaar 'dicht' staat, zodat de lampjes branden.
- Zet de schakelaar in de 'open'-stand, zodat de lampjes uit zijn.
- Draai één van de lampjes los.
- Zet de schakelaar weer dicht.

**21** In de schakeling loopt WEL / GEEN stroom,
omdat één lampje los is.

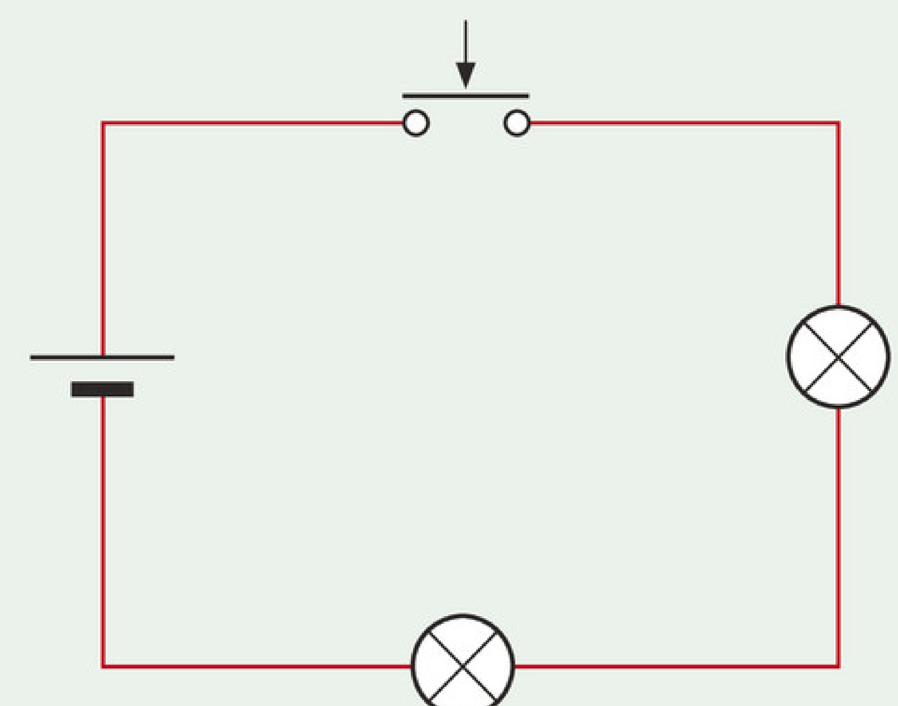
- Draai het lampje weer vast.
  Alle twee de lampjes moeten nu weer branden.

**22** De schakelaar is 'dicht' en de twee lampjes branden.
Wat kun je nu zeggen over de stroomkring?

______________________________________________

- Maak de snoertjes aan de schakelaar los.
- Pak de druk-schakelaar.
- Sluit de snoertjes aan op de druk-schakelaar.
- Het schema hiervoor zie je in afbeelding 19.

- Druk de knop van de druk-schakelaar in.
- Houd de knop ingedrukt.
- De lampjes moeten nu branden.



▲ **afbeelding 19**
De schakelaar is vervangen door een druk-schakelaar.

**23** De lampjes zijn AAN / UIT.
Er is nu een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

- Laat de knop van de druk-schakelaar los.

**24** De lampjes zijn AAN / UIT.
Er is nu een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

**25** De druk-schakelaar staat WEL / NIET in serie met de lampjes.

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**15** Wanneer branden de lampen in een serie-schakeling?
- ☐ A alleen als alle lampen goed zijn en contact maken
- ☐ B alleen als alle lampen goed zijn en geen contact maken
- ☐ C alleen als er één lamp kapot is en de andere lampen allemaal goed zijn
- ☐ D alleen als er één lamp goed is en de rest kapot

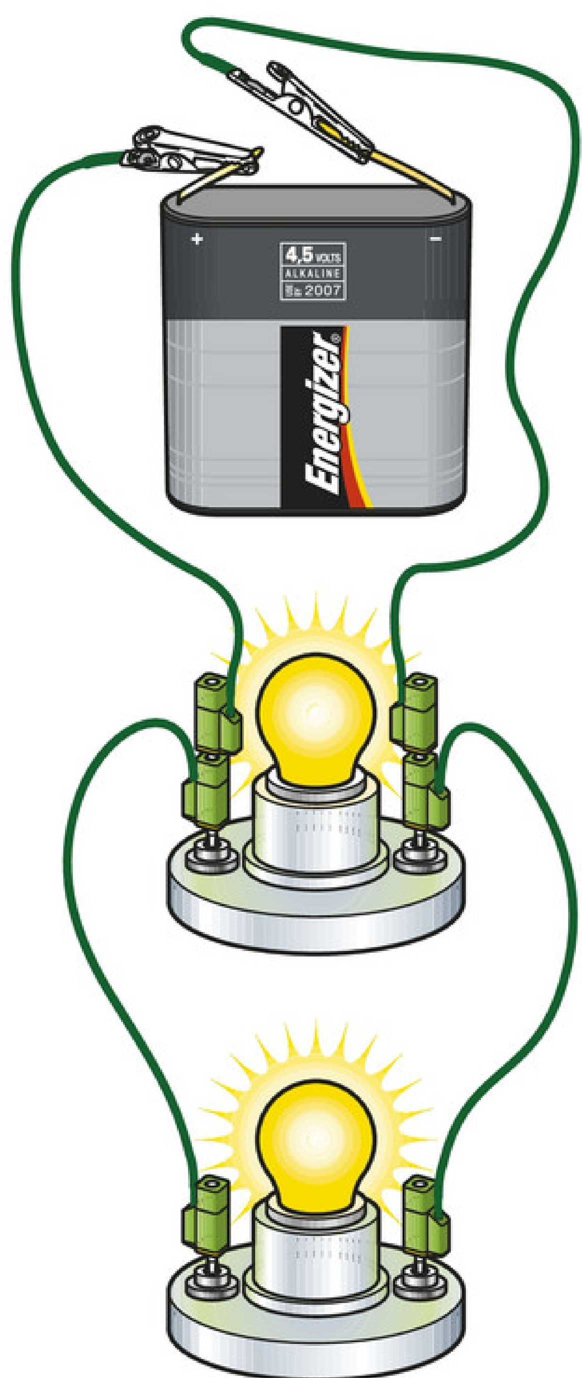
**16** Aan het plafond hangen twee tl-buizen naast elkaar. Ineens gaat een tl-buis uit. De andere tl-buis blijft gewoon branden.
Staan deze tl-buizen in serie geschakeld? JA / NEE

**17** In een andere kamer hangen ook twee tl-buizen naast elkaar. Plotseling gaat één van de tl-buizen uit. Deze tl-buis is kapot gegaan. De andere tl-buis gaat nu ook uit.
Staan deze tl-buizen in serie geschakeld? JA / NEE

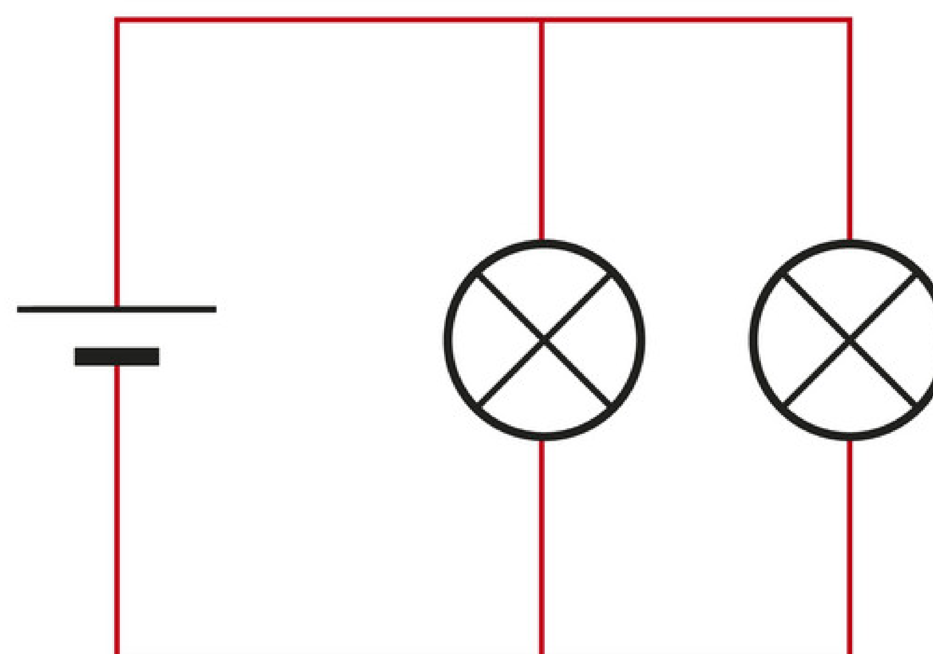
## Parallel schakelen

Lampen en andere apparaten kun je beter **parallel** schakelen. De lampen staan dan op dezelfde spannings-bron (afbeelding 20). Verder hebben ze niets met elkaar te maken. Elke lamp heeft een eigen stroomkring. Maak je één lamp uit, dan blijft de andere lamp gewoon branden.
In afbeelding 21 zie je het schema van twee parallel geschakelde lampen.

In een serie-schakeling heb je maar één stroomkring. In een parallel-schakeling heb je twee of meer stroomkringen. Brandt er één lampje in een parallel-schakeling, dan heb je één gesloten stroomkring. Branden twee lampjes in een parallel-schakeling, dan heb je twee gesloten stroomkringen.




▲ **afbeelding 20**
een parallel-schakeling van twee lampjes



▲ **afbeelding 21**
het schema van een parallel-schakeling van twee lampjes

## Proef 2 Lampen parallel schakelen

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 platte batterij
- ☐ 2 lamp-houders
- ☐ 2 lampjes van 6 volt
- ☐ 4 krokodillen-bekjes
- ☐ 4 snoeren

### Uitvoering

- Maak de schakeling van afbeelding 20.
  Als je het goed gedaan hebt, branden alle twee de lampen.
- Draai één lampje los.

**1** Het andere lampje blijft WEL / NIET branden.

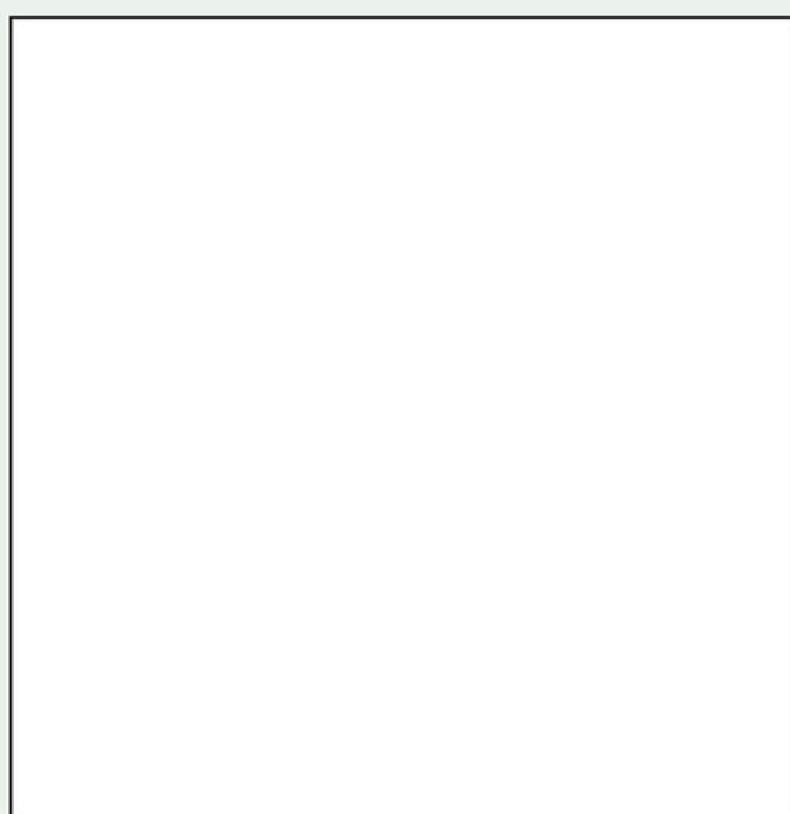
- Draai het losse lampje weer vast.
- Draai het andere lampje los.

**2** Het lampje dat nog vastzit, blijft WEL / NIET branden.

**3** Hoeveel stroomkringen zijn er als alle twee de lampjes branden?

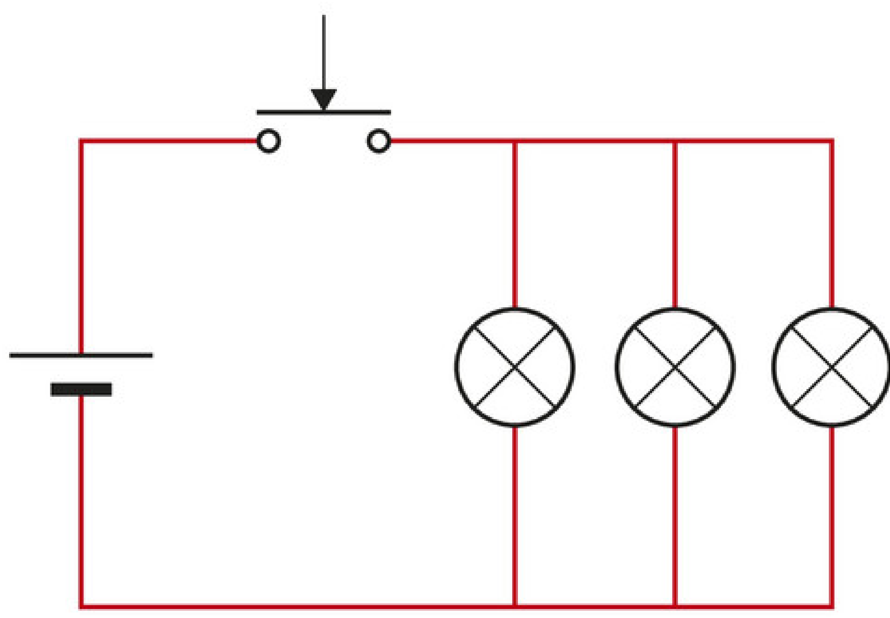
- ☐ A 0
- ☐ B 1
- ☐ C 2
- ☐ D 4

**4** Teken het schema van de parallel-schakeling die je gemaakt hebt. Maak je tekening in het vierkant van afbeelding 22. Teken met potlood en liniaal of geo-driehoek.



▲ **afbeelding 22**
Teken je schema in dit vierkant.

- Ruim alles netjes op.



▲ afbeelding 23
De remlichten van een auto werken met een druk-schakelaar.

## Schema met een druk-schakelaar

Een chauffeur trapt op het rempedaal. De remlichten van de auto gaan dan branden. Het rempedaal bedient een druk-schakelaar. Als de chauffeur op het rempedaal trapt, sluit de druk-schakelaar de stroomkring. De remlichten gaan dan aan. Als zijn voet het pedaal loslaat, gaat de druk-schakelaar open. De remlichten gaan weer uit. Het schema hiervan zie je in afbeelding 23.

## Opgaven

**18** Waarom gebruik je bij een deurbel een druk-schakelaar?
Een druk-schakelaar schakelt de stroom IN / UIT als je de knop loslaat.

**19** Waarom gebruik je voor de verlichting thuis geen druk-schakelaar?

______________________________________________

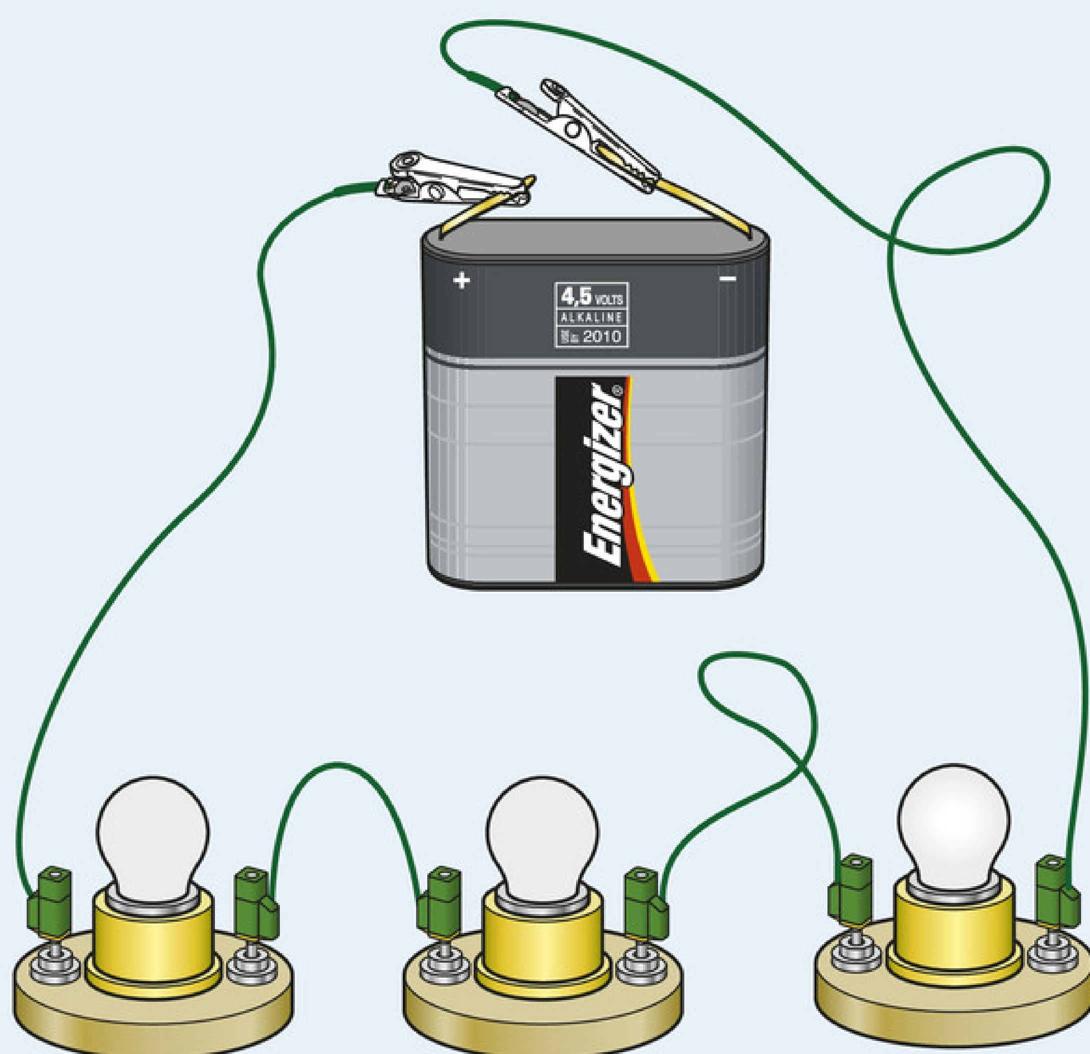
______________________________________________

______________________________________________

**20** Hoeveel lampen heeft de remverlichting in afbeelding 23? _______

**21** Staan de lampen in afbeelding 23 in serie of parallel? ________________

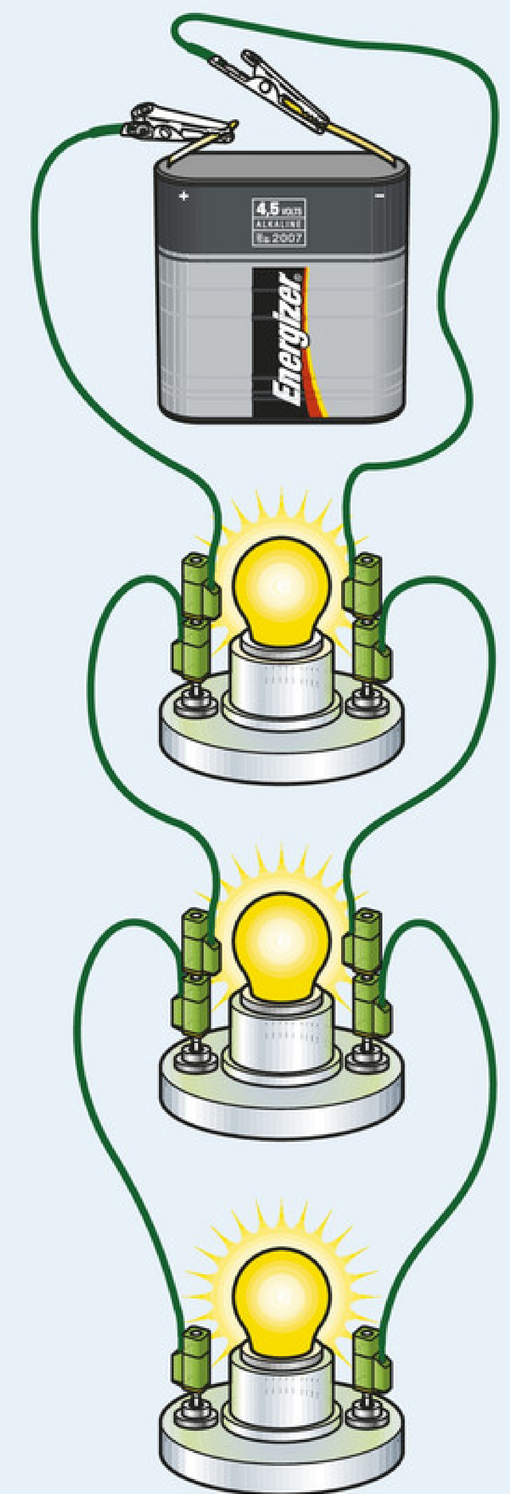
**22** Jens heeft een schakeling gemaakt. De schakeling van Jens zie je in afbeelding 24.
Jens draait het middelste lampje los.
De andere lampjes:
☐ A blijven branden.
☐ B gaan uit.




▲ afbeelding 24
de schakeling van Jens

**23** Wat voor schakeling heeft Jens gemaakt?
☐ A een serie-schakeling
☐ B een parallel-schakeling

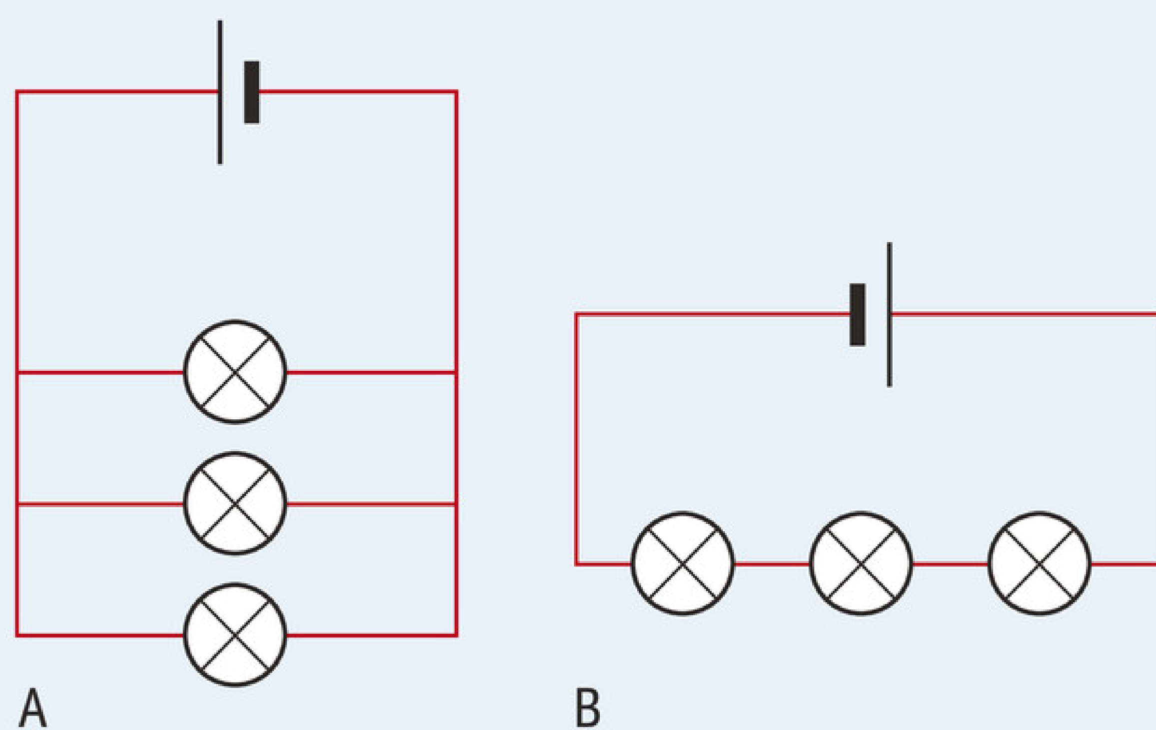
**24** Anky heeft ook een schakeling gemaakt. De schakeling van Anky zie je in afbeelding 25. Het middelste lampje in de schakeling is kapot. Hoeveel lampjes branden in de schakeling van Anky?
- ☐ A Geen enkel lampje brandt.
- ☐ B Alleen het lampje dat het dichtst bij de batterij zit.
- ☐ C Twee lampjes branden.




▲ **afbeelding 25**
de schakeling van Anky

**25** Wat voor schakeling heeft Anky gemaakt?
- ☐ A een serie-schakeling
- ☐ B een parallel-schakeling

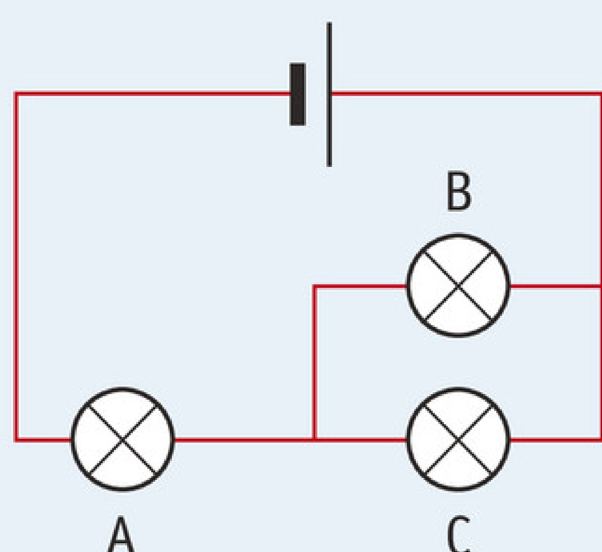
**26** In afbeelding 26 zie je de schema's van de schakelingen van Rens en van Anky. Welk schema hoort bij de schakeling van Rens (afbeelding 24)?
- ☐ A schema A
- ☐ B schema B




▲ **afbeelding 26**
de schema's van de schakelingen van Rens en van Anky

**27** Het andere schema hoort bij de schakeling van Anky (afbeelding 25). Welk schema hoort dus bij de schakeling van Anky, en waarom?
- ☐ A Schema A, omdat daar de lampjes in serie staan.
- ☐ B Schema A, omdat daar de lampjes parallel staan.
- ☐ C Schema B, omdat daar de lampjes in serie staan.
- ☐ D Schema B, omdat daar de lampjes parallel staan.

**+28** In afbeelding 27 zie je een schakeling van drie lampjes. Alle drie de lampjes branden. Wat gebeurt er als je lampje B losdraait?
- ☐ A Lampje A en C gaan ook uit.
- ☐ B Alleen lampje A blijft branden.
- ☐ C Alleen lampje C blijft branden.
- ☐ D Lampje A en lampje C blijven branden.




▲ **afbeelding 27**
schakeling van drie lampjes

**+29** In afbeelding 27 zie je een schakeling van drie lampjes. Alle drie de lampjes branden.
Je draait nu één lampje los. De andere lampjes gaan dan ook uit.
Welk lampje heb je losgedraaid?

- ☐ A lampje A
- ☐ B lampje B
- ☐ C lampje C

**+30** Welke lampjes staan parallel geschakeld in afbeelding 27?

- ☐ A lampje A en B
- ☐ B lampje A en C
- ☐ C lampje B en C
- ☐ D alle drie de lampjes

**+31** In afbeelding 27 vervang je één lampje door een schakelaar. Met de schakelaar kun je twee lampjes aan en uit zetten.
Welk lampje moet je dan vervangen door een schakelaar?

- ☐ A lampje A
- ☐ B lampje B
- ☐ C lampje C

**Onthouden!**

Een serie-schakeling bestaat uit één stroomkring.
Een parallel-schakeling heeft twee of meer stroomkringen.
Alleen in een gesloten stroomkring loopt stroom.
Een schakelaar staat altijd in serie geschakeld.
Een druk-schakelaar zorgt voor een gesloten stroomkring, zolang je hem ingedrukt houdt.

# 3 Geleiders en isolatoren

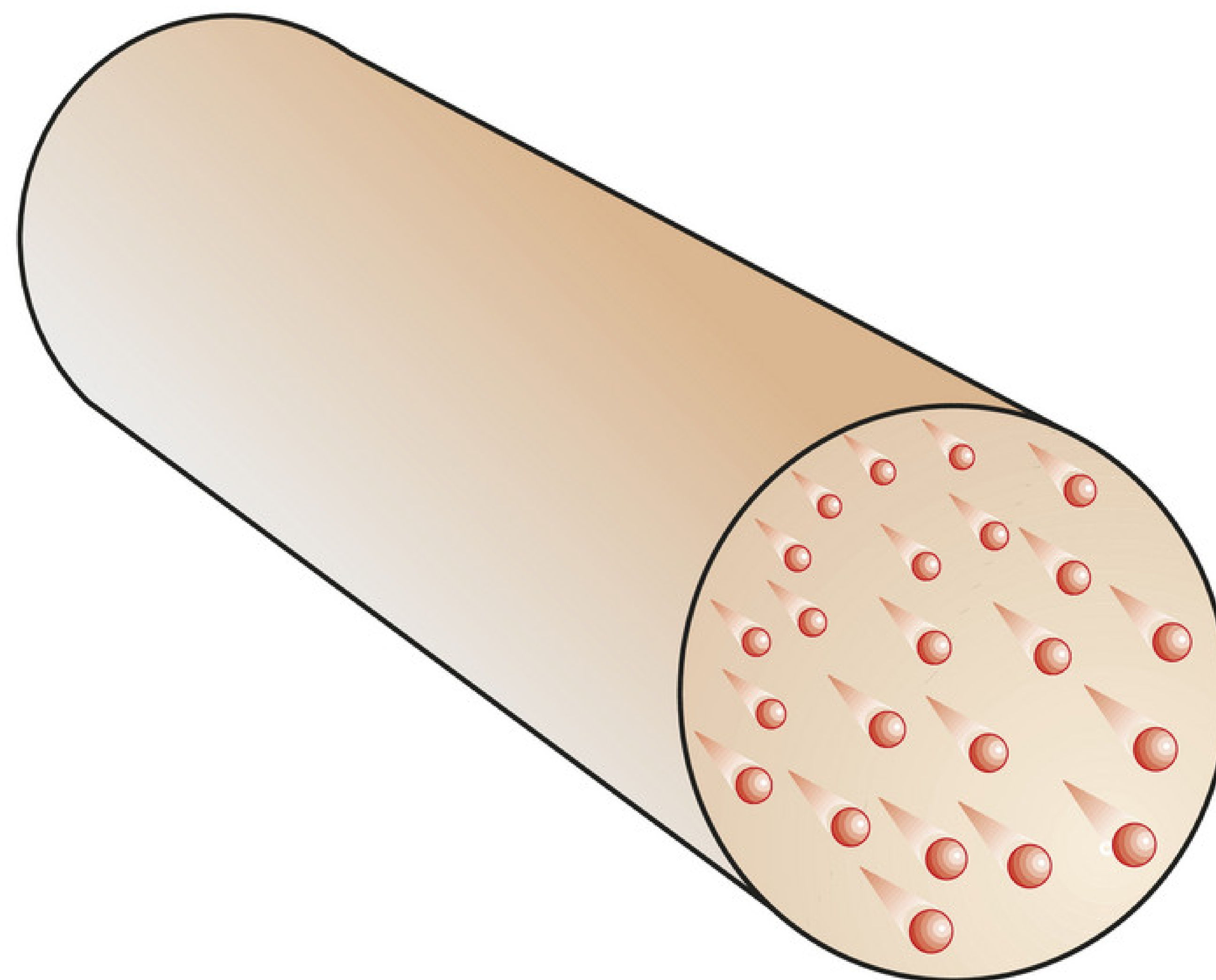
Elektrische stroom gaat gemakkelijk door geleiders heen. Door isolatoren gaat geen elektrische stroom.

## Goede geleiders

Een stof waardoor goed een elektrische stroom kan lopen, noem je een **goede geleider**. Metalen zijn goede geleiders. Dat komt doordat metalen veel vrije elektronen hebben. Die vrije elektronen kunnen door het metaal stromen.

Een goede geleider kun je zien als een brede gang vol leerlingen. Door de gang kan gemakkelijk een grote stroom leerlingen lopen. De leerlingen kun je vergelijken met de vrije elektronen in een metaal (afbeelding 28).


ⓐ


ⓑ

▲ **afbeelding 28**
een goede geleider

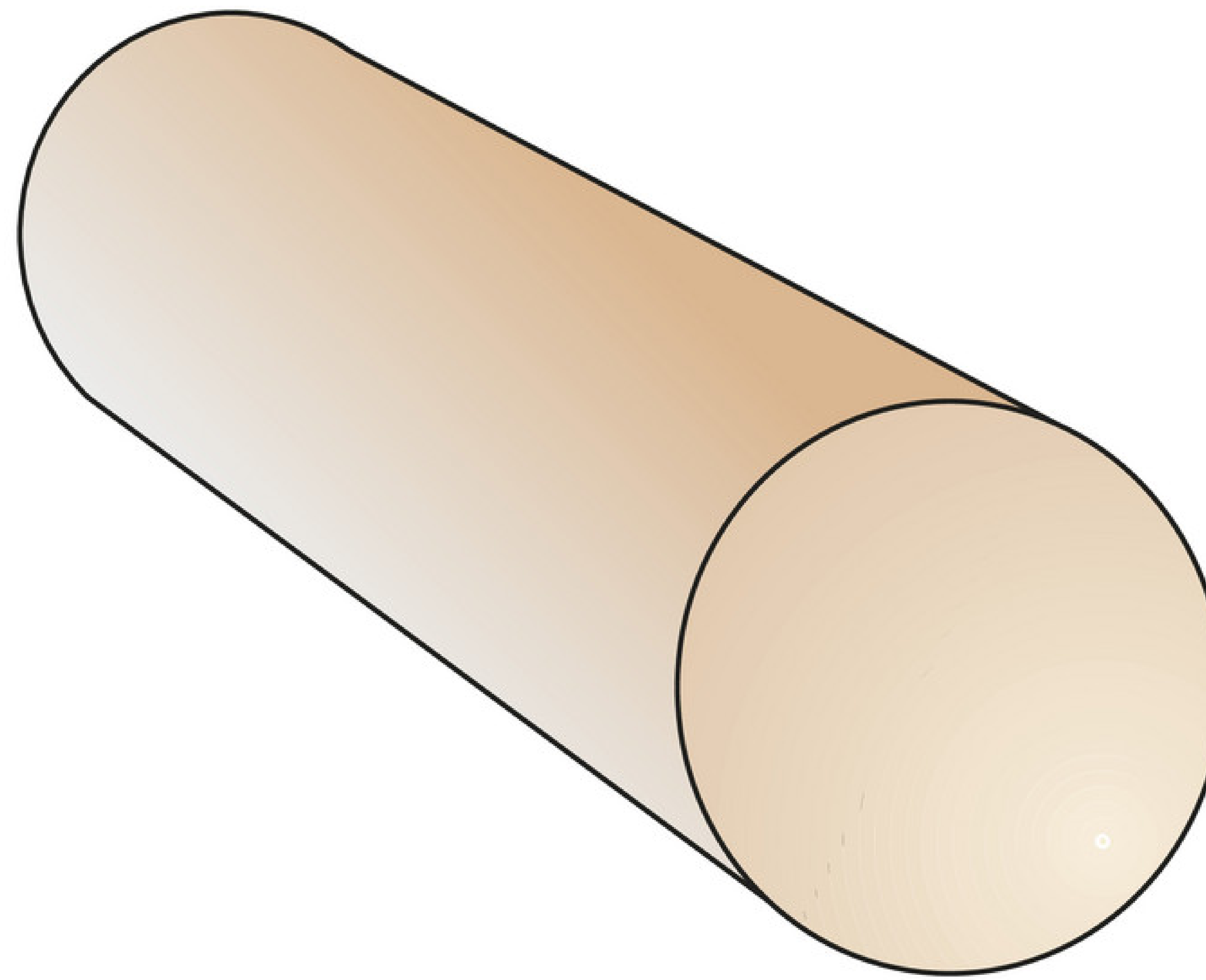
## Isolatoren

Isolatoren zijn stoffen waardoor geen elektrische stroom kan lopen. Lucht is een goede **isolator**. Kunststof en rubber zijn ook goede isolatoren.

Een isolator kun je weer zien als een gang. Maar nu zijn er geen leerlingen die rondlopen. Alle leerlingen zitten vast in hun klaslokaal. De deuren zijn dicht (afbeelding 29). Er zijn geen vrije elektronen.

In een isolator zitten alle elektronen vast aan hun atoom. Een isolator heeft geen vrije elektronen. Daardoor kunnen in een isolator geen elektronen stromen.


a


b

▲ **afbeelding 29**
een isolator

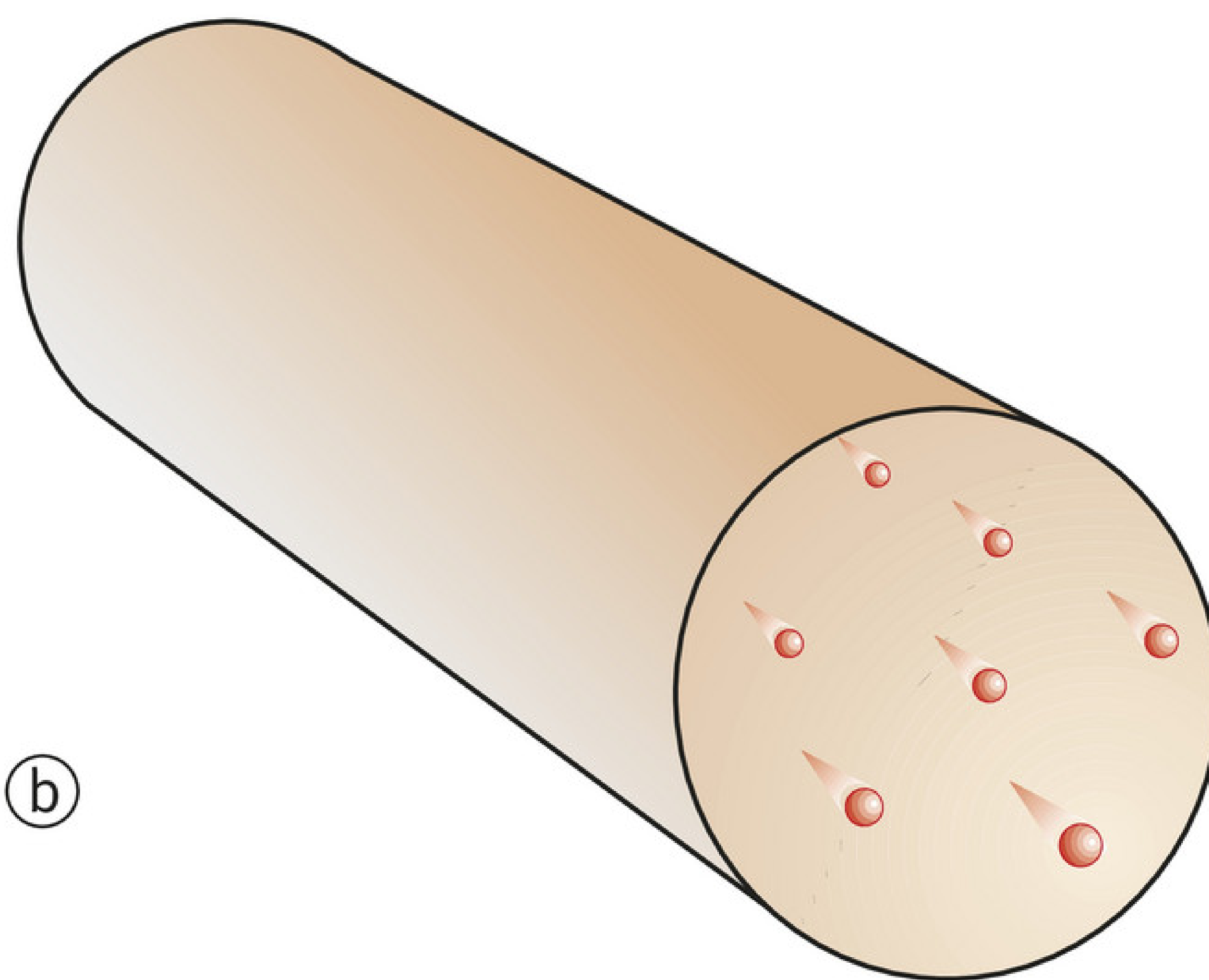
## Slechte geleiders

Sommige stoffen zijn geen goede geleider, maar ook geen isolator. Door deze stoffen kan wel stroom, maar niet zo goed. Deze stoffen noem je **slechte geleiders**. Koolstof is een slechte geleider.

Ook een slechte geleider kun je zien als een gang. De meeste leerlingen zitten in de les. Maar een paar leerlingen lopen toch door de gang. Dat zijn de vrije elektronen.

Een slechte geleider heeft weinig vrije elektronen. De meeste elektronen zitten vast aan hun atoom. Hoe meer elektronen vastzitten aan het atoom, hoe slechter de geleider. Je kunt ook zeggen: hoe minder vrije elektronen, hoe slechter de geleider.


a

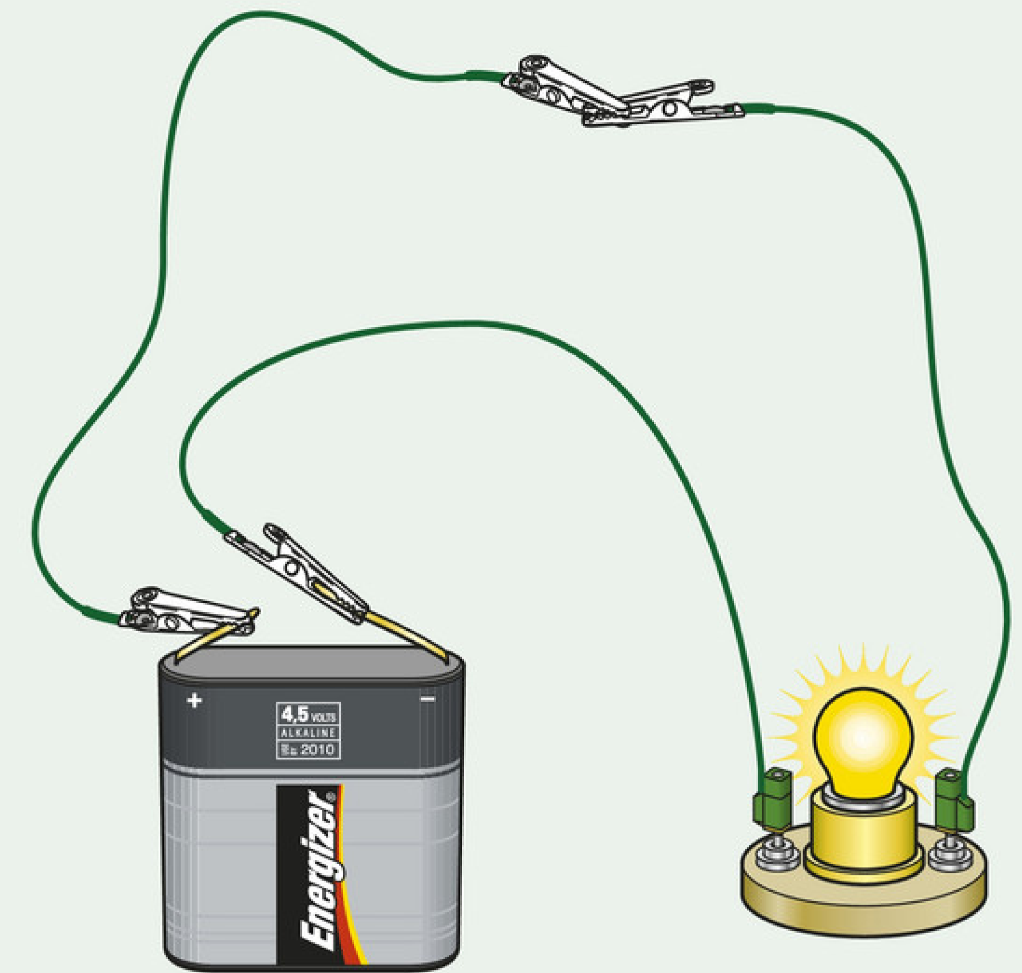

b

▲ **afbeelding 30**
een slechte geleider

## Proef 3 Geleiders en isolatoren

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 platte batterij
- ☐ 1 lamp-houder
- ☐ 1 lampje van 6 volt
- ☐ 4 krokodillen-bekjes
- ☐ 3 snoeren
- ☐ 1 stukje koper-draad van 5 cm
- ☐ 1 stukje staal-draad van 5 cm
- ☐ 1 stukje hout van 5 cm
- ☐ 1 stukje kunststof van 5 cm
- ☐ 1 potloodstift van 5 cm




▲ **afbeelding 31**
de schakeling voor proef 3

### Uitvoering

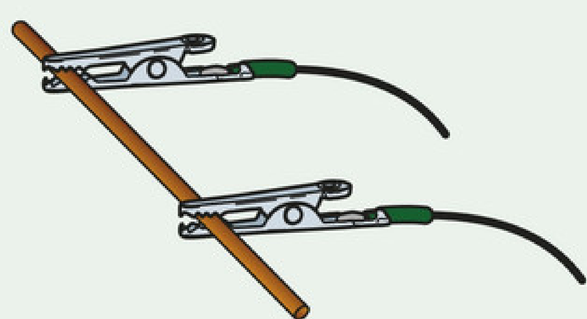
- Zet aan twee snoeren een krokodillen-bekje.
- Klem de bekjes aan elkaar vast, zoals in afbeelding 31.
- Maak de schakeling van afbeelding 31.
- Als je het goed gedaan hebt, brandt het lampje.

**1** Maak de krokodillen-bekjes los van elkaar.
Brandt het lampje? JA / NEE

**2** Maak de krokodillen-bekjes weer vast aan elkaar.
Brandt het lampje? JA / NEE

**3** Het lampje en de krokodillen-bekjes staan dus WEL / NIET in serie met elkaar.

- Klem nu tussen de krokodillen-bekjes het stukje koper-draad (afbeelding 32).
- Als je het goed gedaan hebt, brandt het lampje.



▲ **afbeelding 32**
koper-draad tussen de krokodillen-bekjes

**4** Je hebt nu een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

Tussen de krokodillen-bekjes zit een materiaal. Als het lampje brandt, is het materiaal een geleider.

- Schuif de twee krokodillen-bekjes elk naar een uiteinde van de koper-draad.
Het lampje moet blijven branden.
- Schuif de bekjes nu dichter bij elkaar, totdat ze elkaar bijna raken.

**5** Wat gebeurt er met het lampje?
- ☐ A Het lampje blijft op dezelfde sterkte branden.
- ☐ B Het lampje gaat veel sterker branden.
- ☐ C Het lampje gaat minder sterk branden.
- ☐ D Het lampje gaat uit.

Als het lampje op dezelfde sterkte blijft branden, is het materiaal een goede geleider.

**6** Koper is dus een:
- ☐ A goede geleider.
- ☐ B slechte geleider.
- ☐ C isolator.

**7** Met welke letters wordt koper afgekort?
- ☐ A Ko
- ☐ B Cu
- ☐ C Fe
- ☐ D Ku

- Haal het stukje koper tussen de krokodillen-bekjes uit.
- Pak het stukje kunststof.
- Klem de krokodillen-bekjes aan de uiteinden.
- Als je het goed gedaan hebt, brandt het lampje niet.

**8** Je hebt dus een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

Als het lampje niet brandt, is het materiaal tussen de krokodillen-bekjes een isolator.

- Schuif de krokodillen-bekjes dichter bij elkaar, totdat ze elkaar bijna raken.
  Het lampje blijft uit.

**9** Kunststof is een:
- ☐ A goede geleider.
- ☐ B slechte geleider.
- ☐ C isolator.

- Haal het stukje kunststof tussen de krokodillen-bekjes uit.
- Pak de potloodstift. De potloodstift is gemaakt van koolstof.

**10** Welke letter gebruik je voor koolstof?
- ☐ A K
- ☐ B O
- ☐ C C
- ☐ D F

- Klem de krokodillen-bekjes aan de uiteinden van de potloodstift.
  Als je het goed gedaan hebt, brandt het lampje niet of heel zwak.
- Schuif de krokodillen-bekjes dichter bij elkaar, totdat ze elkaar bijna raken.
  Als je het goed doet, gaat het lampje steeds feller branden.

- Schuif de krokodillen-bekjes weer uit elkaar.

**11** Het lampje gaat dan ZWAKKER / FELLER branden.

- Schuif de krokodillen-bekjes weer naar elkaar toe.

**12** Het lampje gaat dan ZWAKKER / FELLER branden.

Koolstof geleidt dus wel, maar niet zo goed. Hoe meer koolstof tussen de krokodillen-bekjes, hoe minder stroom erdoor gaat. Een stof die zo geleidt, noem je een slechte geleider.

**13** Koolstof is dus een:
☐ A goede geleider.
☐ B slechte geleider.
☐ C isolator.

- Onderzoek nu de stoffen staal en hout.

**14** Staal is een:
☐ A goede geleider.
☐ B slechte geleider.
☐ C isolator.

**15** Hout is een:
☐ A goede geleider.
☐ B slechte geleider.
☐ C isolator.

**16** Zet in tabel 3 voor elk materiaal een kruisje in de goede kolom.

▼ **tabel 3** goede en slechte geleiders

| materiaal | goede geleider | slechte geleider | isolator |
|---|---|---|---|
| koper | | | |
| ijzer | | | |
| koolstof | | | |
| kunststof | | | |
| hout | | | |

- Ruim alles netjes op.

## Opgaven

**32** In welke materialen zitten veel vrije elektronen?

☐ A in materialen die de stroom niet geleiden
☐ B in materialen die de elektrische stroom slecht geleiden
☐ C in materialen die de elektrische stroom goed geleiden

**33** Hoe noem je materialen waar de stroom niet doorheen gaat? ________________

**34** Lucht is een goede GELEIDER / ISOLATOR.

**35** In een isolator zitten GEEN / VEEL vrije elektronen.

**+36** Je hebt een lampje aangesloten op een batterij. Je wilt het licht van het lampje regelen.
Schrijf op hoe je het licht van het lampje kunt regelen met een staafje koolstof.

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

## Onthouden!

Een goede geleider heeft veel vrije elektronen.
Daarom kan door een geleider goed een elektrische stroom lopen.
Metalen zijn goede geleiders.

Een isolator heeft geen vrije elektronen.
Daarom kan door een isolator geen elektrische stroom lopen.
Lucht, rubber en kunststof zijn goede isolatoren.

Een slechte geleider heeft weinig vrije elektronen.
Hoe minder vrije elektronen, hoe slechter de geleider.
Koolstof is een slechte geleider.

# 4 Meten van stroom en spanning

Stroom kun je meten. Dat doe je met een stroom-meter. Ook spanning kun je meten. Dat doe je met een spannings-meter.

## Elektrische stroom meten

Om een elektrische stroom te meten, gebruik je een **stroom-meter** (afbeelding 33). De eenheid van elektrische stroom is **ampère**. Daarom wordt een stroom-meter ook wel ampère-meter genoemd.




(a)




(b)



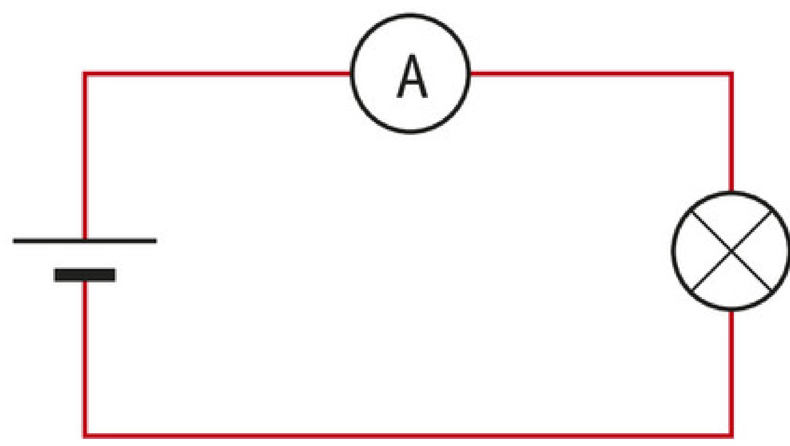

(c)

▲ **afbeelding 33**
Stroom-meters: twee keer analoog (a en b) en één keer digitaal (c)

Een stroom-meter moet je altijd in serie schakelen. Let op hoe je de draden op de meter moet aansluiten. De plus van de meter (rood) moet je altijd verbinden met de plus van de spannings-bron. In afbeelding 34 zie je een stroom-meter die goed is aangesloten. De stroom-meter meet nu de stroom door het lampje.




▶ **afbeelding 34**
een stroom-meter in serie

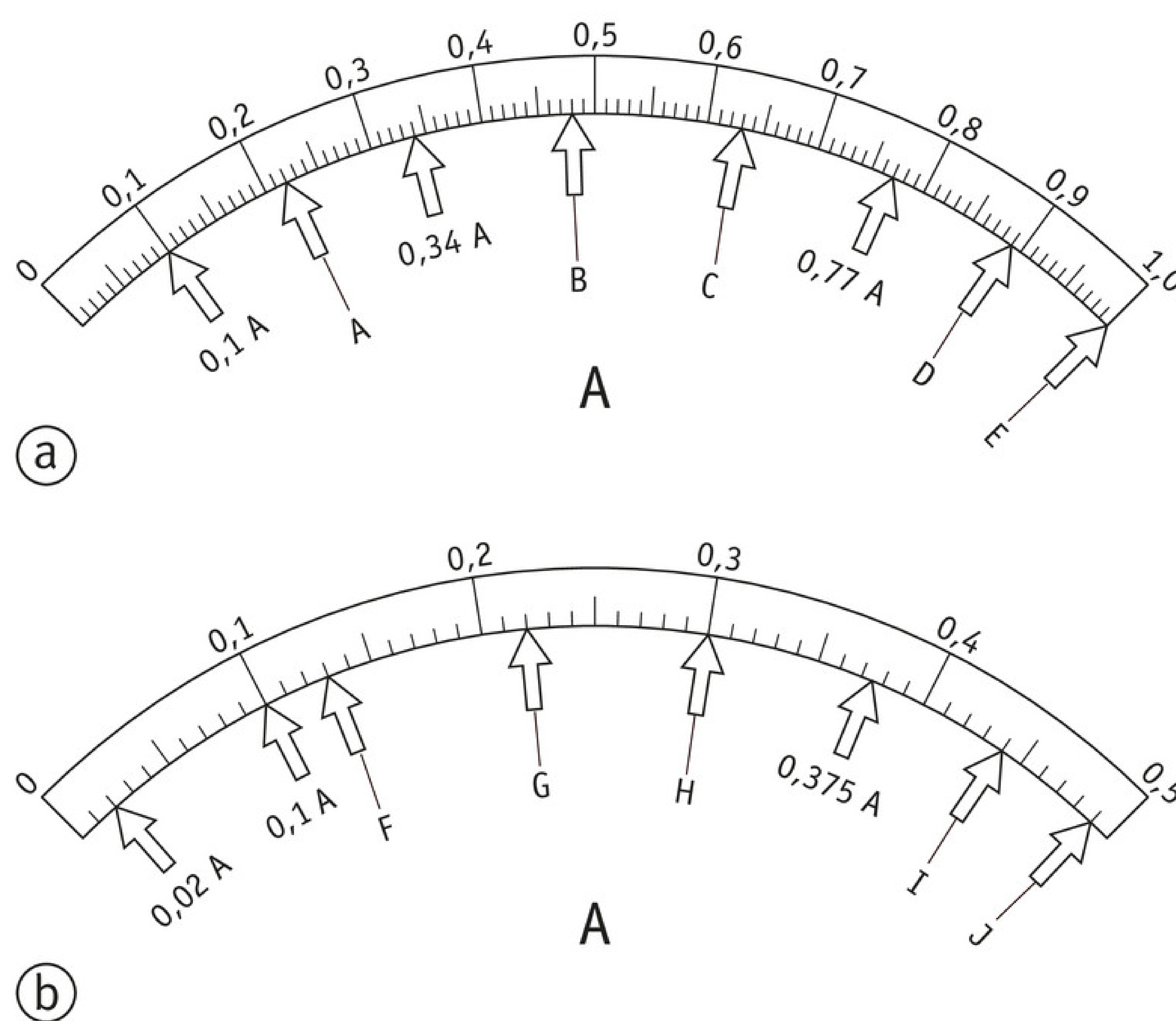



▲ **afbeelding 35**
schema voor het aansluiten van een stroom-meter

In afbeelding 35 zie je het schema van deze schakeling met een stroom-meter. Je weet al dat het cirkeltje met X een lampje betekent. Het cirkeltje met A is het symbool voor een stroom-meter. De A komt van ampère.

Een digitale stroom-meter geeft de waarde van de stroom als een getal. Op het display lees je bijvoorbeeld: 0,90. De stroom is dan 0,9 ampère. Dit kort je af als 0,9 A.

Bij een analoge stroom-meter moet je zelf goed naar de wijzer kijken. Je moet ook opletten welke schaal de stroom-meter gebruikt. In afbeelding 36 zie je wijzer-schalen van twee stroom-meters.




▲ **afbeelding 36**
twee verschillende schalen van stroom-meters

## Opgave

**37** Afbeelding 36a is een stroom-meter van 1 ampère.
Afbeelding 36b is een stroom-meter van 0,5 ampère.
Bij elke schaal staan pijlen bij acht meterstanden. Drie standen zijn al ingevuld.
Vul de standen van de stroom-meters in.

A = ____________________ A

B = ____________________ A

C = ____________________ A

D = ____________________ A

E = ____________________ A

F = ____________________ A

G = ____________________ A

H = ____________________ A

I = ____________________ A

J = ____________________ A

## Proef 4 Elektrische stroom meten

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 platte batterij
- ☐ 1 analoge stroom-meter voor gelijk-stroom met meetbereik 0 tot 1 A
- ☐ 2 lamp-houders
- ☐ 2 lampjes van 6 volt; 3 watt
- ☐ 2 krokodillen-bekjes
- ☐ 4 snoeren

### Uitvoering

**1** Teken in het vak het schema van een batterij in serie met een stroom-meter en één lampje.



▲ **afbeelding 37**
schema van een batterij in serie met een stroom-meter en een lampje

- Pak de materialen voor de schakeling die je getekend hebt.
- Maak de serie-schakeling van de batterij, het lampje en de stroom-meter.

**Let op!**
De plus van de batterij moet je aansluiten op de plus van de stroom-meter.
In afbeelding 34 zie je hoe dit moet.

- Als je alles goed aangesloten hebt, brandt de lamp en slaat de stroom-meter uit.
  Is er iets fout, kijk dan alles goed na.
  Vraag hulp aan je leraar als je de fout niet kunt vinden.
- Draai de lamp los.

**2** De wijzer van de stroom-meter gaat WEL / NIET terug naar nul.

**3** De stroom-meter staat WEL / NIET in serie met de lamp.

- Draai de lamp weer vast, zodat de stroom-meter weer uitslaat.

**4** Je hebt nu een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

**5** Hoe groot is de stroom die de stroom-meter aangeeft?
- ☐ A De stroom is minder dan 0,2 A.
- ☐ B De stroom ligt tussen 0,2 en 0,6 A.
- ☐ C De stroom ligt tussen 0,6 en 1 A.
- ☐ D De stroom is meer dan 1 A.

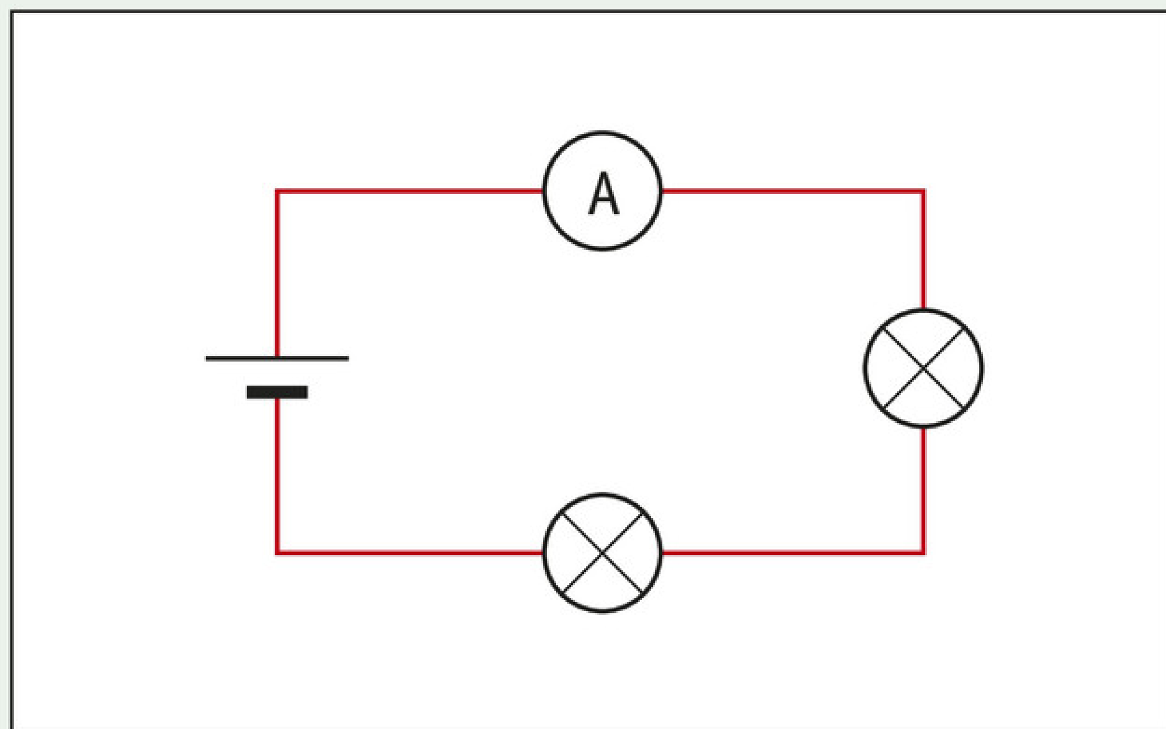
- Maak het krokodillen-bekje aan de plus van de batterij los.

**6** De stroomkring is nu ONDERBROKEN / GESLOTEN.

- Maak het krokodillen-bekje weer vast aan de plus van de batterij.

**7** De meter geeft een stroom aan van ______________________ A.

- In afbeelding 38 zie je een schema van twee lampjes in serie.
- Zet in jouw schakeling het tweede lampje in serie, zoals in dit schema.




▲ **afbeelding 38**
de stroom gemeten door twee lampjes in serie

**8** Wat meet de meter in je schakeling nu?
- ☐ A de spanning die op één lampje staat
- ☐ B de spanning die op alle twee de lampjes staat
- ☐ C de stroom die door één lampje gaat
- ☐ D de stroom die door alle twee de lampjes gaat

**9** Als alle twee de lampjes branden, slaat de meter WEL / NIET uit.

**10** De meter geeft een stroom aan van ______________________ A.

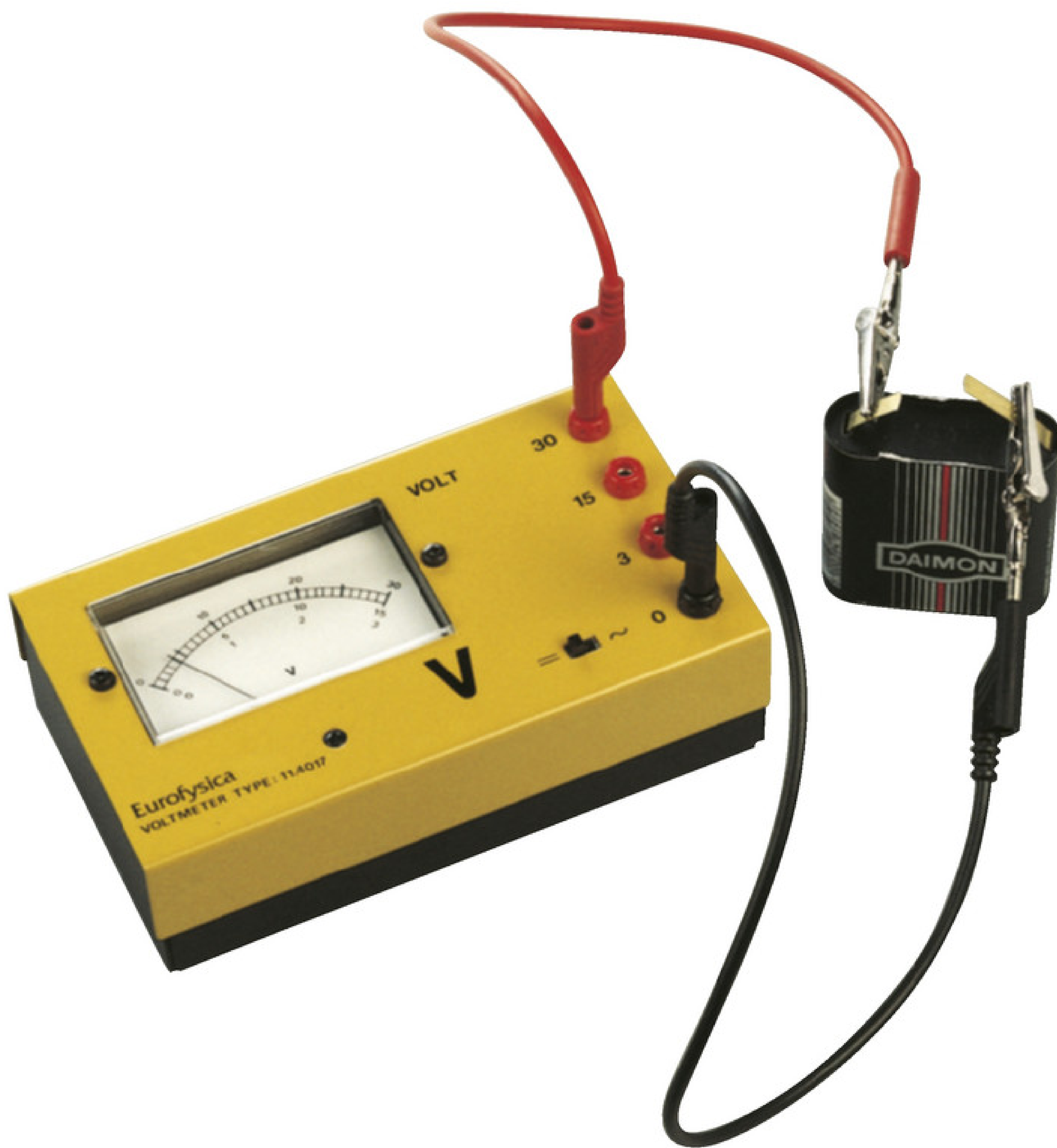
**11** Wat kun je zeggen over de stroom met twee lampjes in serie?
- ☐ A Die is groter dan de stroom door één lampje.
- ☐ B Die is kleiner dan de stroom door één lampje.

- Ruim alles netjes op.

## Elektrische spanning meten

Bij een spannings-bron kun je meten hoe groot de spanning is. Dat doe je met een **spannings-meter**. De eenheid van spanning is volt. Daarom wordt een spannings-meter vaak een volt-meter genoemd.

De spannings-meter moet je direct aansluiten op de spannings-bron. Je sluit de plus van de meter (rood) aan op de plus van de spannings-bron. In afbeelding 39 zie je de spannings-meter op de juiste manier aangesloten op een batterij. De spannings-meter meet nu de spanning van de batterij.




▲ **afbeelding 39**
De spanning van een batterij meet je met een spannings-meter.




▲ **afbeelding 40**
het schema van de aansluiting van een spannings-meter op een batterij

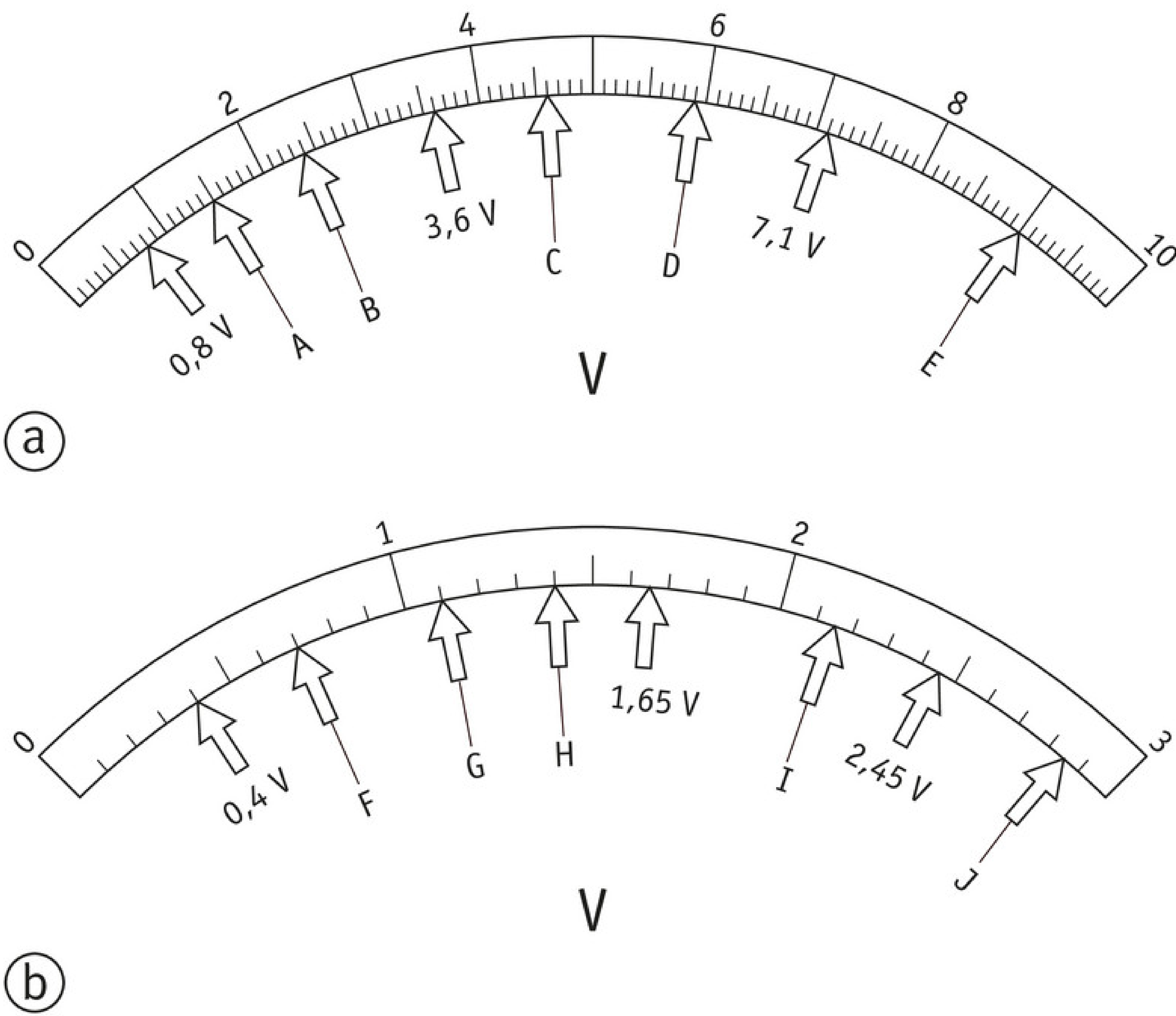
In afbeelding 40 zie je het schema van de schakeling met de spannings-meter. Het cirkeltje met de V stelt de spannings-meter voor. De V komt van volt.

Je hebt analoge en digitale spannings-meters. Bij een digitale spannings-meter lees je de spanning op het display. In afbeelding 41 is de spanning 24,0 volt.




▲ **afbeelding 41**
een digitale spannings-meter

Bij een analoge spannings-meter moet je zelf goed kijken naar de wijzer en de schaal. In afbeelding 42 zie je de wijzer-schalen van twee spannings-meters.




▲ **afbeelding 42**
twee schalen van spannings-meters

## Opgave

**38** Afbeelding 42a is van een spannings-meter van 10 volt.
Afbeelding 42b is van een spannings-meter van 3 volt.
Bij elke schaal staan pijlen bij acht meterstanden. Drie standen zijn al ingevuld.
Vul zelf de andere standen van de spannings-meters in.

| | |
|---|---|
| A = ______________ V | F = ______________ V |
| B = ______________ V | G = ______________ V |
| C = ______________ V | H = ______________ V |
| D = ______________ V | I = ______________ V |
| E = ______________ V | J = ______________ V |

## Proef 5 Spanning van een batterij meten

### Wat je nodig hebt
- ☐ 1 analoge spannings-meter voor gelijk-spanning (meetbereik 10 volt)
- ☐ 1 staaf-batterij
- ☐ 1 platte batterij
- ☐ 1 blok-batterij
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 2 krokodillen-bekjes

### Uitvoering
- Pak de platte batterij.
- Sluit de plus van de batterij aan op de plus van de spannings-meter (afbeelding 39).
- Sluit de min van de batterij aan op de min van de spannings-meter.
- Lees zo nauwkeurig mogelijk de stand van de wijzer af.

**1** Op de spannings-meter zie ik de spanning van de batterij.

De spanning is ______________________ V.

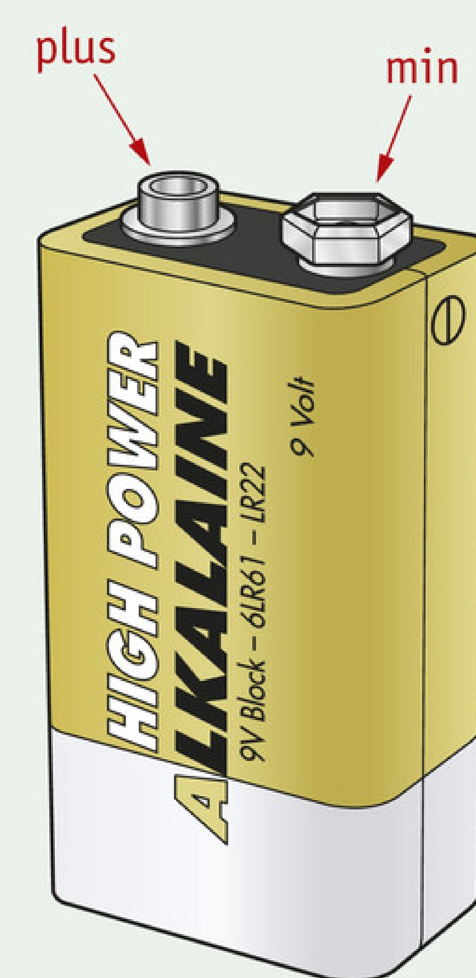
- Maak de krokodillen-bekjes los van de batterij.
- Pak de blok-batterij.

Op de batterij staat tekst in grote en kleine letters.
Ergens op de batterij staat hoeveel volt hij is.

**2** Hoe wordt volt afgekort?
- ☐ A met de kleine letter v
- ☐ B met de hoofdletter V
- ☐ C met de letters VO

**3** Kijk op de batterij van afbeelding 43.
Hoeveel volt is de spanning van de batterij?
- ☐ A 3 volt
- ☐ B 5 volt
- ☐ C 9 volt
- ☐ D 12 volt

De aansluitpunten op de blok-batterij zijn een gladde ring en een kroontje.
Bij de gladde ring staat de + (afbeelding 43).




▲ **afbeelding 43**
De gladde ring is de plus van de blok-batterij.

**4** Het kroontje is de PLUS / MIN van de batterij.

- Pak de draad die op de plus van de meter is aangesloten.
- Klem het krokodillen-bekje van deze draad op de gladde ring van de batterij.
- Sluit de andere draad aan op het kroontje.

**5** De meter geeft een spanning aan van ongeveer ____ V.

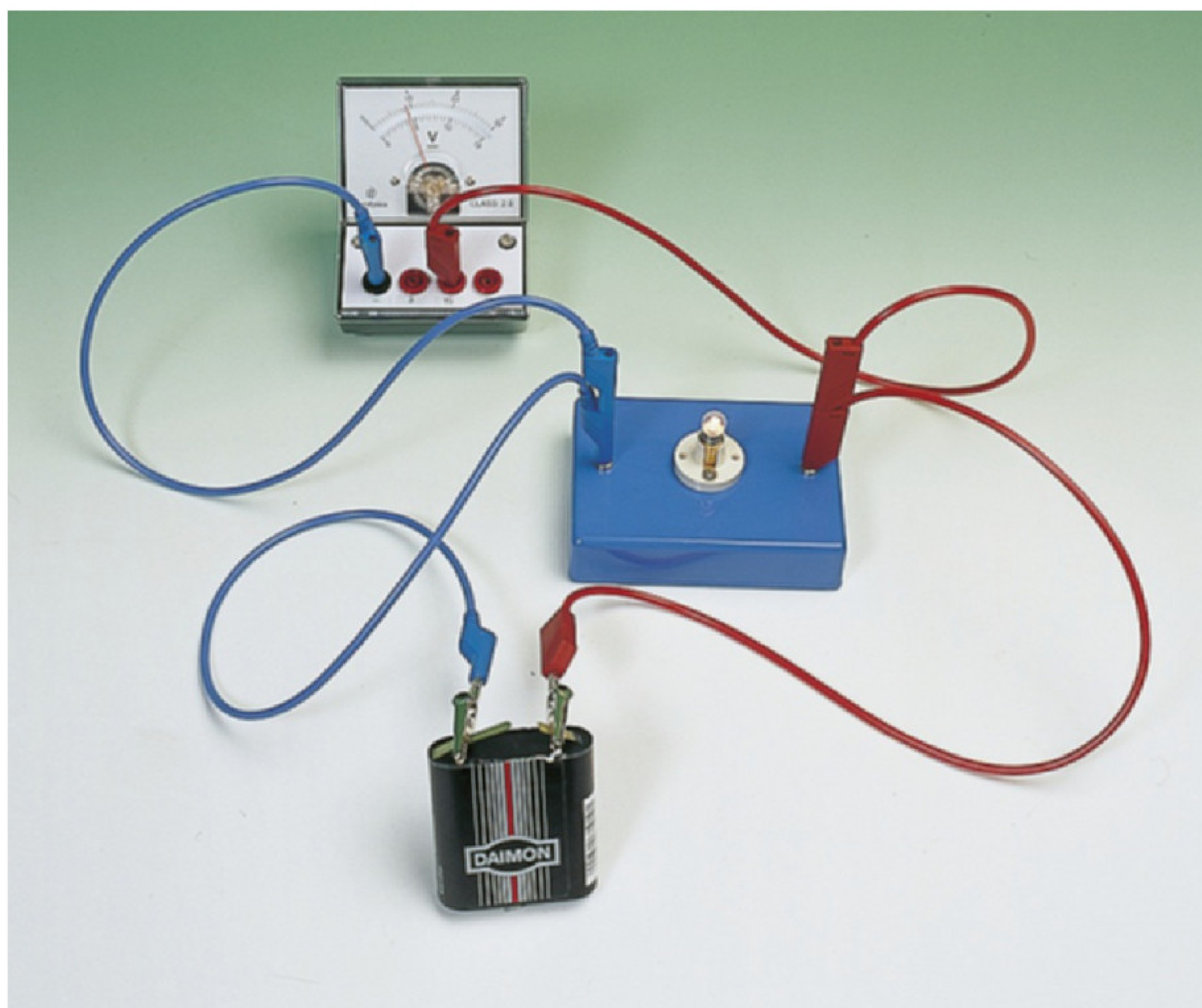
- Maak de blok-batterij los.
- Maak de krokodillen-bekjes los.
- Pak de staaf-batterij. Leg hem voor je op de tafel.
- Eén draad zit op de plus van de meter. Houd die draad tegen de plus van de batterij.
- Houd de andere draad tegen de min van de batterij.
- Lees de uitslag van de spannings-meter af.

**6** Hoeveel geeft de spannings-meter aan? ______________________

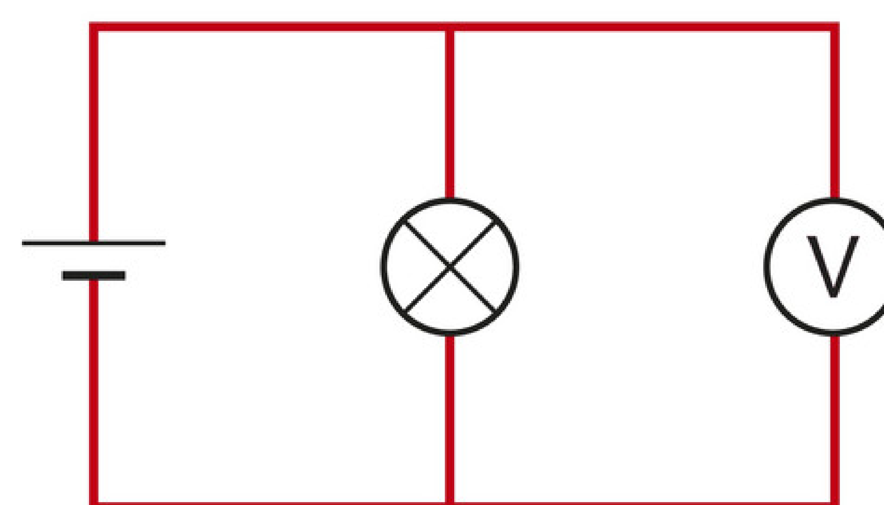
- Je hebt bijna alles bij proef 6 weer nodig.
  Je leraar vertelt daarom of je nu wel of niet moet opruimen.

## Spanning meten op een apparaat

De spannings-meter moet je parallel aansluiten op het apparaat. In afbeelding 44 zie je hoe de spanning op een lamp gemeten wordt. Het schema van de aansluiting zie je in afbeelding 45.




▲ **afbeelding 44**
Zo meet je de spanning op een lamp.




▲ **afbeelding 45**
het schema van het meten van de spanning op een lamp

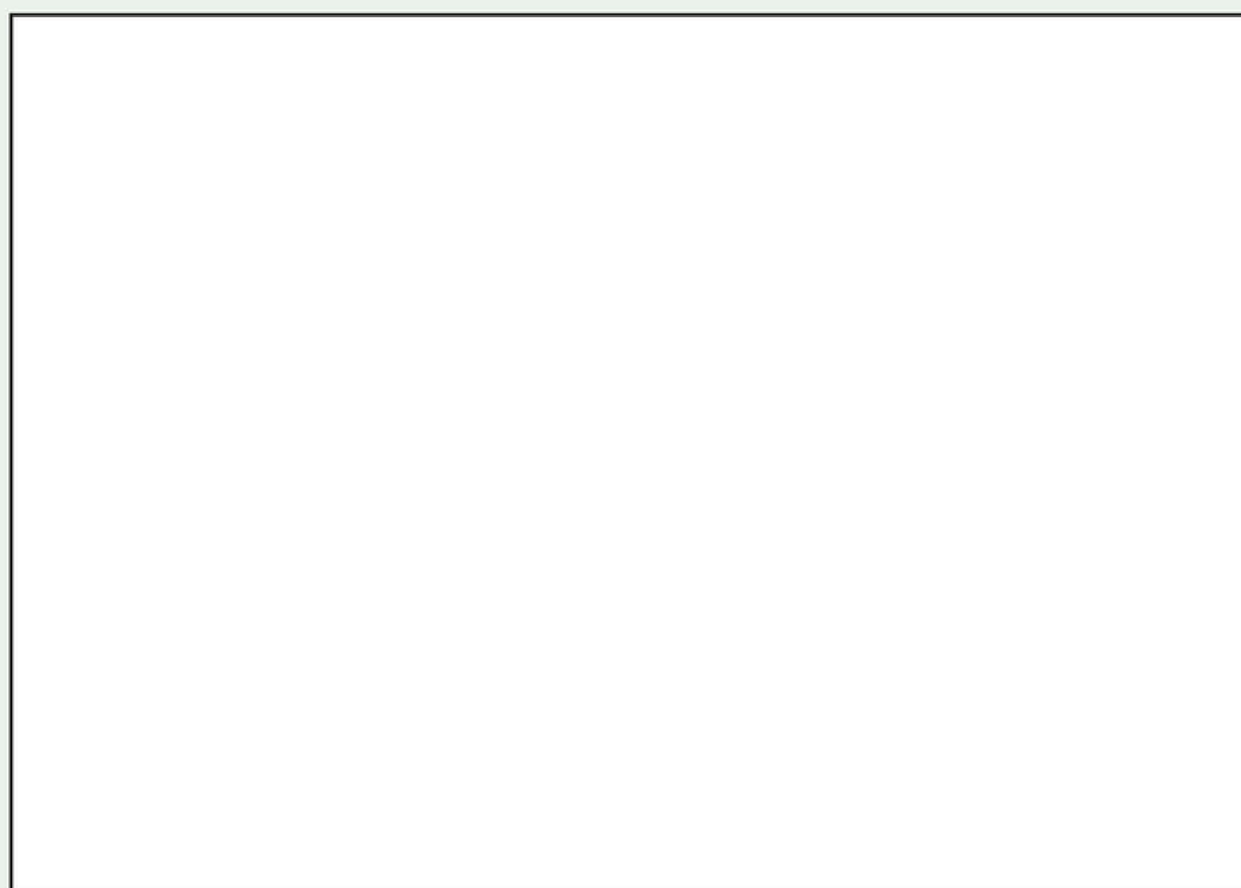
## Proef 6 Spanning op een lampje meten

### Wat je nodig hebt

- ☐ 1 platte batterij
- ☐ 1 analoge spannings-meter voor gelijk-spanning (meetbereik 10 volt)
- ☐ 1 lamp-houder
- ☐ 1 lampje van 6 volt; 3 watt
- ☐ 2 krokodillen-bekjes
- ☐ 4 snoeren

### Uitvoering

**1** Teken het schema van een batterij, met parallel een lampje en een spannings-meter.



▲ **afbeelding 46**
Teken het schema van vraag 1.

- Sluit de batterij, het lampje en de spannings-meter op de juiste manier aan.
  In afbeelding 44 zie je hoe dit moet.
  Als je alles goed aangesloten hebt, brandt de lamp en slaat de spannings-meter uit.
- Werkt het niet? Controleer of je alles goed hebt gedaan.
  Vraag je leraar pas om hulp als je er niet uitkomt.

**2** Hoe staat de spannings-meter geschakeld?
☐ A parallel met de lamp
☐ B in serie met de lamp

- Draai de lamp los.

**3** De wijzer van de spannings-meter geeft een spanning aan van ____________________ V.

**4** De spannings-meter staat in een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

**5** De lamp staat in een ONDERBROKEN / GESLOTEN stroomkring.

- Draai de lamp weer vast.
- De spannings-meter geeft nu de spanning aan die op de lamp staat.

**6** De spanning op de lamp is ____________________ volt.

Misschien zie je de spanning iets minder worden als de lamp brandt. Dat komt doordat de batterij nu meer energie moet leveren. Je hebt nu twee stroomkringen: één voor de lamp en één voor de spannings-meter.

- Maak het snoer aan de plus van de spannings-meter los.

**7** De wijzer van de spannings-meter slaat WEL / NIET uit.

**8** De stroomkring van de spannings-meter is ONDERBROKEN / GESLOTEN.

**9** De stroomkring van de lamp is ONDERBROKEN / GESLOTEN.

- Maak het snoer weer vast aan de plus van de spannings-meter.

**10** Het lampje brandt en de spannings-meter slaat uit.
Hoeveel stroomkringen zijn er nu?
☐ A 0
☐ B 1
☐ C 2

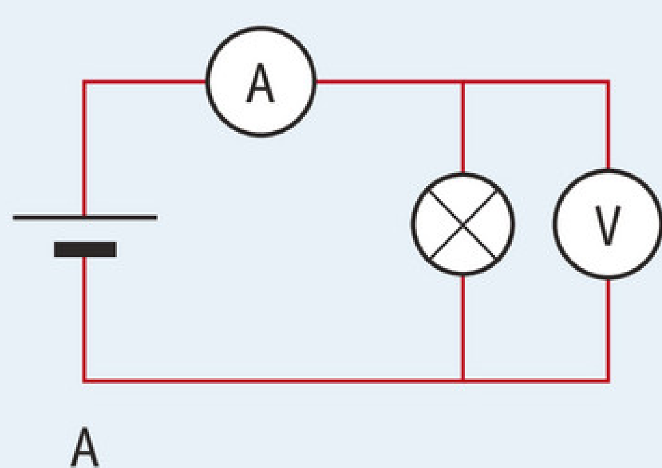
- Ruim alles netjes op.

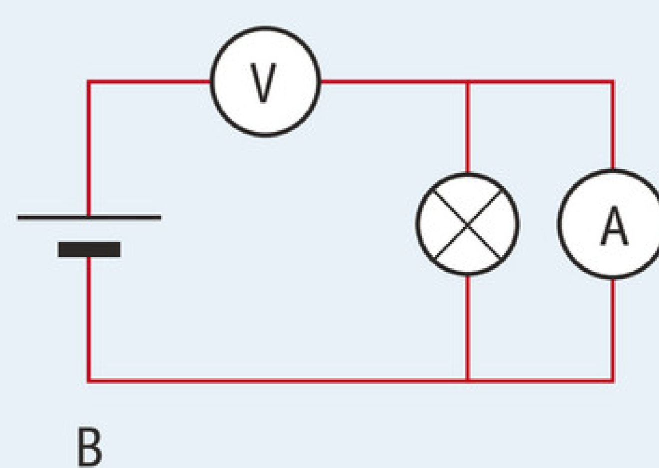
## Opgaven

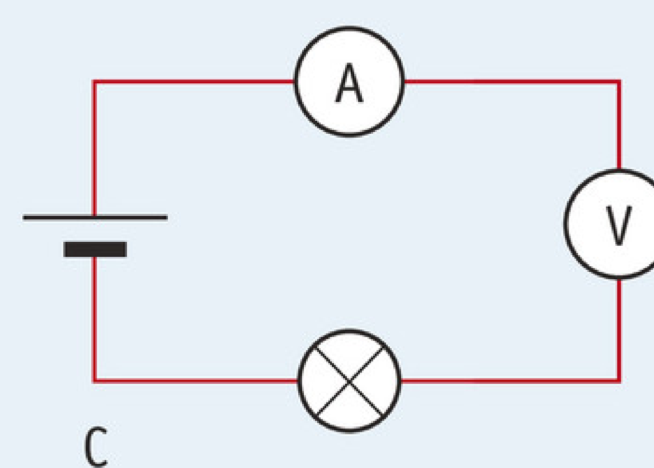
**39** Hoe moet je een stroom-meter aansluiten?
☐ A altijd in serie
☐ B altijd parallel

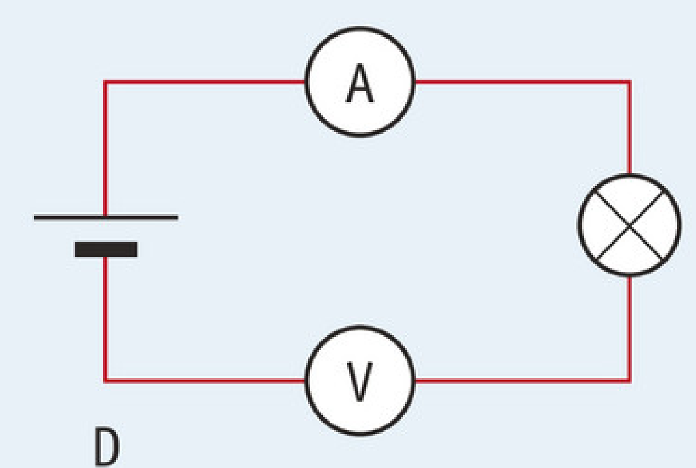
**40** Hoe moet je een spannings-meter aansluiten?
☐ A altijd in serie
☐ B altijd parallel

**+41** Brechje moet de spanning en de stroom meten van een lampje. In afbeelding 47 zie je vier verschillende schema's.
In welk schema zijn de spannings-meter en de stroom-meter goed aangesloten?
☐ A schema A
☐ B schema B
☐ C schema C
☐ D schema D










▲ **afbeelding 47**
spanning en stroom meten van een lampje

## Beroep

### Monteur elektro-technische installaties

Dit is Yasir. Hij werkt bij een grote waterfabriek. Yasir is elektricien. Een ander woord is elektro-monteur. Op de foto controleert hij de elektrische kabels voor de verwarming. Zo zorgt hij ervoor dat er geen problemen komen als het kouder wordt.

Elektro-technische installaties kom je overal tegen. Bijvoorbeeld in stoplichten of in de beveiliging van winkels. Als monteur elektro-technische installaties zorg je ervoor dat al deze installaties goed blijven werken. Je kunt overal aan de slag: in een fabriek, op scholen, in hotels of zelfs op een boorplatform.




▲ **afbeelding 48**
Yasir is monteur elektro-technische installaties.

### Onthouden!

Elektrische stroom meet je met een stroom-meter (ampère-meter).
Een stroom-meter moet je altijd in serie aansluiten.
Elektrische spanning meet je met een spannings-meter (volt-meter).
Een spannings-meter moet je altijd parallel aansluiten.

# 5 Vermogen




▲ **afbeelding 49**
Op het lampje staat 12 V en 6 W.

Thuis en op school gebruik je veel elektrische apparaten. Op alle apparaten staat het vermogen van dat apparaat.

## Vermogen

Het vermogen is de elektrische **energie per seconde** die een apparaat verbruikt. De eenheid van vermogen is **watt**. De afkorting van watt is W.

Enkele voorbeelden:
- Op een lampje staat 12 V en 6 W (afbeelding 49).
  Het vermogen van het lampje is 6 W.
- Op het type-plaatje van een boormachine staat 575 W.
  Het vermogen van de boormachine is 575 W.

## Stroom uitrekenen

Als je het vermogen en de spanning weet, dan kun je de stroom uitrekenen. Daarvoor gebruik je de formule:

stroom = vermogen : spanning

*Voorbeeld 1*
Op een lamp staat: 12 V en 6 W.
De stroom door de lamp bereken je met de formule:

stroom = vermogen : spanning

stroom = 6 W : 12 V = 0,5 A

*Voorbeeld 2*
Op een boormachine staat: 230 V en 575 W.
De stroom door de boormachine bereken je met de formule:

stroom = vermogen : spanning

stroom = 575 W : 230 V = 2,5 A

## Opgaven

**42** Een accu-boormachine van 12 V heeft een vermogen van 60 W.
Hoeveel stroom verbruikt de boormachine, als hij op vol vermogen werkt?
- ☐ A stroom = spanning : vermogen = 12 V : 60 W = 0,2 A
- ☐ B stroom = vermogen + spanning = 60 W + 12 V = 72 A
- ☐ C stroom = vermogen × spanning = 60 W × 12 V = 720 A
- ☐ D stroom = vermogen : spanning = 60 W : 12 V = 5 A

**43** Een wasmachine heeft een vermogen van 2760 watt. De wasmachine werkt op de spanning van het stopcontact.
Bereken de stroom door de wasmachine. Schrijf eerst de formule op.

stroom = ______________________

stroom = __________ W : 230 V = __________ A

**44** Op een halogeen-lamp staat 60 W en 24 V.
Hoe groot is de stroom die door deze lamp gaat? Schrijf eerst de formule op.

stroom = ______________________

stroom = ________ W : ________ V = ________ A

**45** Op een zaklamp staat 0,3 W en 3 V.
Hoe groot is de stroom door deze lamp? Schrijf eerst de formule op.

stroom = ______________________

stroom = ________ W : ________ V = ________ A

**46** Een boormachine werkt op een accu van 18 V. Het vermogen van de boormachine is 72 W (bij maximale belasting).
Bereken de stroom door de boormachine. Schrijf eerst de formule op.

stroom = ______________________

stroom = ______________________

**+47** De laptop van Tess werkt op een spanning van 19 V. Het vermogen van de laptop is 80 W. De accu in de laptop moet telkens worden opgeladen. Tess moet dan de adapter aansluiten op het stopcontact. Het vermogen van de adapter is ook 80 W.
Bereken de stroom van de adapter naar de laptop bij het opladen. Schrijf eerst de formule op. Geef je antwoord met twee cijfers achter de komma.

______________________________________________

______________________________________________

## Vermogen berekenen

In afbeelding 50a zie je het type-plaatje van een haakse slijper (afbeelding 50b). Het vermogen van deze haakse slijper is 900 W. Om de schijf te laten draaien, verbruikt de slijper elektrische energie.




ⓐ



ⓑ

▲ **afbeelding 50**
een haakse slijper en het type-plaatje van de haakse slijper

Op het type-plaatje staan nog meer gegevens. Bijvoorbeeld 230 V en 3,9 A. Dit zijn de spanning en de stroom. Als je de spanning en de stroom weet, kun je het vermogen van de boormachine uitrekenen. Je gebruikt dan de formule:

vermogen = spanning × stroom

*Voorbeeld 3*
Op het type-plaatje staat dat de spanning 230 V is en de stroom 3,9 A.
Het vermogen van de boormachine is dan:
vermogen = spanning × stroom
vermogen = 230 V × 3,9 A = 897 W

Dat klopt met het type-plaatje, want 897 W afgerond naar een heel getal is 900 W.

## Opgaven

**48** Op een lampje staat 6 V en 0,5 A.
Bereken het vermogen van het lampje. Schrijf eerst de formule op.

vermogen = ______________________________

vermogen = ______ V × ______ A = ______ W

**49** Een boormachine werkt op een accu. De accu heeft een spanning van 18 V.
Bij volledige belasting is de stroom door de boormachine 4,2 A.
Bereken het vermogen van de boormachine. Schrijf eerst de formule op.

vermogen = ______________________________

vermogen = ______________________________ W

**50** In afbeelding 51 zie je het type-plaatje van een boorhamer.
Kijk goed naar het type-plaatje.

Het vermogen van de boorhamer is ____________________.

De boorhamer werkt op een spanning van ____________ .

De stroom door de boorhamer is ____________________ .




▲ **afbeelding 51**
het type-plaatje van een boorhamer

## Rendement

Op het type-plaatje van de haakse slijper staat het **opgenomen vermogen**: 900 W. Het opgenomen vermogen is de energie die de machine opneemt uit het stopcontact of uit een accu.

De slijper gebruikt deze energie om de schijf rond te laten draaien. Maar de slijper wordt ook warm. Dat komt door wrijving van de draaiende onderdelen. Door de wrijving gaat een deel van de energie verloren.

Het vermogen dat de slijper gebruikt om de schijf te laten draaien, noem je het **afgegeven vermogen**. Het afgegeven vermogen is dus minder dan het opgenomen vermogen. Bijvoorbeeld maar 810 W van de 900 W. Dat komt doordat een deel van de energie verloren gaat aan warmte.

Met het **rendement** van een apparaat geef je aan hoeveel van de energie een apparaat nuttig gebruikt. Het rendement is de verhouding tussen het opgenomen vermogen en het afgegeven vermogen. Het rendement geef je aan met een getal of in procenten.

Je kunt het rendement berekenen met de formule:

rendement = afgegeven vermogen : opgenomen vermogen

*Voorbeeld 4*
Op het type-plaatje staat een opgenomen vermogen van 900 W. Het afgegeven vermogen van de slijper is 810 W. Wat is het rendement van de haakse slijper?

rendement = afgegeven vermogen : opgenomen vermogen
rendement = 810 : 900 = 0,9

Het rendement geef je meestal aan in procenten. Je moet dan het getal vermenigvuldigen met 100:

rendement = 0,9 × 100 = 90%

Dat betekent: 90% procent van het vermogen gebruik je om te slijpen (10% is dus verlies).

## Opgaven

**51** Op het type-plaatje van een boorhamer staat: 780 W en 230 V. Het afgegeven vermogen van de boorhamer is 700 W.
Hoe groot is het rendement van de boorhamer?
Gebruik de formule: rendement = afgegeven vermogen : opgenomen vermogen.

- ☐ A rendement = 700 W : 780 W = 0,90
- ☐ B rendement = 780 W : 700 W = 1,11
- ☐ C rendement = 780 W : 230 V = 3,39
- ☐ D rendement = 230 V : 780 W = 0,29

**52** Een schuurmachine heeft een opgenomen vermogen van 400 W. Het afgegeven vermogen van de machine is 360 W.
Bereken het rendement van de schuurmachine in procenten. Maak eerst de formule af.

rendement = afgegeven vermogen : ______________________________

rendement = _______________ : _______________ = _______________

rendement = ____________________ × 100 = ____________________%

**53** Charles en Yvonne hebben een lamp aangesloten. Ze meten de spanning op de lamp. De spanning is 25 V. Ook meten ze de stroom door de lamp. De stroom is 0,5 A.

**a** Welke meter gebruiken ze om 25 V te meten?

______________________________________________

**b** Welke meter gebruiken ze om 0,5 A te meten?

______________________________________________

**c** Bereken het vermogen van het lampje. Schrijf eerst de formule op. Vergeet de eenheden niet.

vermogen = ______________________________________

vermogen = ______________________________________

## Groot en klein vermogen

Een vermogen groter dan 1000 watt is meestal aangegeven in kilowatt (kW). 1 kilowatt = 1000 watt (1 kW = 1000 W)

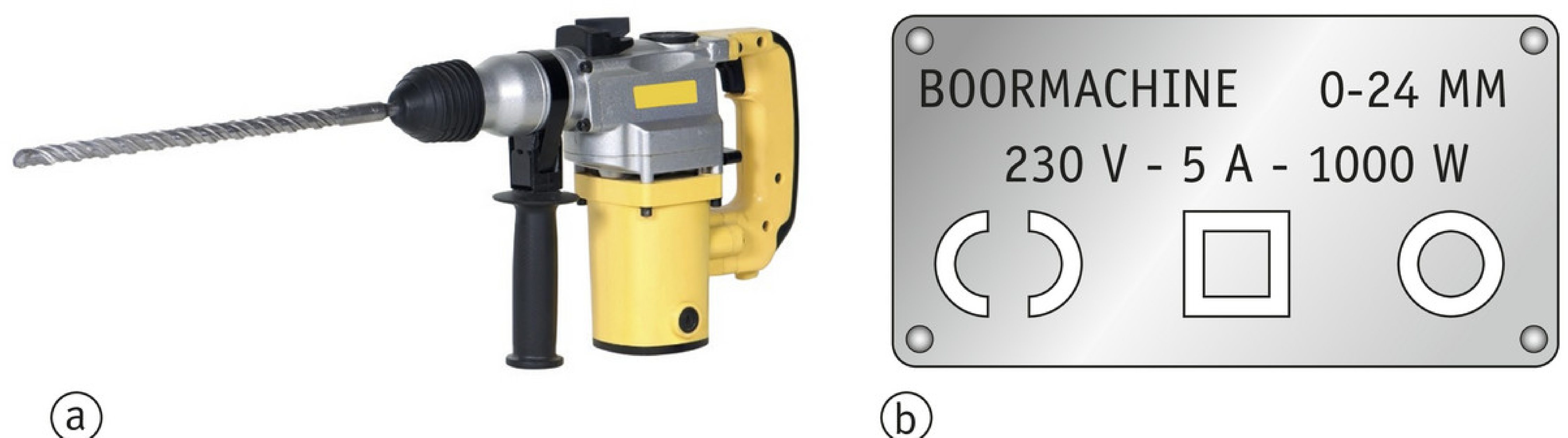
Bijvoorbeeld een zware boorhamer. Het vermogen van de boorhamer is 1,4 kW ofwel 1400 W. Dat is een groot vermogen. Met een groot vermogen kun je zware arbeid verrichten. Bijvoorbeeld een groot gat boren in een muur van beton.

Je hebt ook een gewone boormachine. Het vermogen van een gewone boormachine is bijvoorbeeld 250 W. Het vermogen van deze boormachine is veel kleiner dan dat van de boorhamer. Met een klein vermogen kun je alleen lichte arbeid verrichten. Bijvoorbeeld een klein gaatje boren in een houten plank.

Als je een machine wilt kopen, let dan op het volgende:
- Kan de machine het vermogen leveren dat ik nodig heb?
- Is de machine niet te duur?

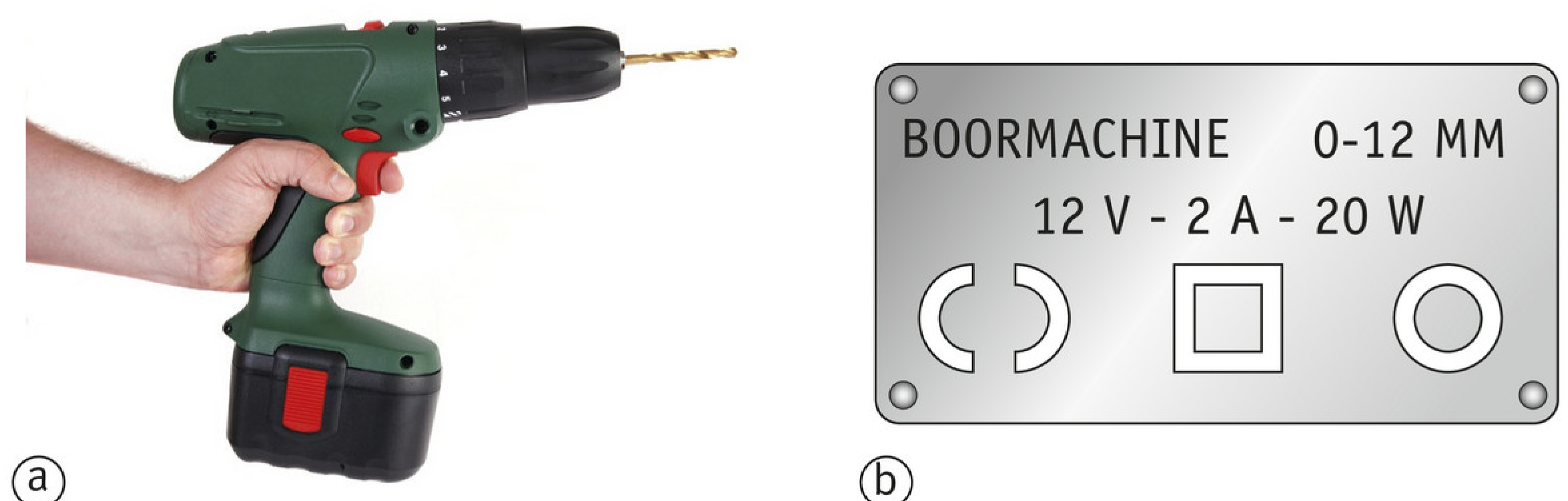
Gebruik je het toestel weinig en voor klein werk, betaal dan niet te veel. Als je vaak zwaar werk doet, koop dan een dure machine met een groot vermogen.

Als de spanning en de stroom groot zijn, dan is het vermogen ook groot (afbeelding 52).




▲ **afbeelding 52**
Bij grote spanning en stroom is het vermogen groot.

Als de spanning en de stroom klein zijn, dan is het vermogen ook klein (afbeelding 53).




▲ **afbeelding 53**
Bij kleine spanning en stroom is het vermogen klein.

## Opgaven

**54** Reken de vermogens om. Reken in rijtje 1 van W naar kW. Reken in rijtje 2 van kW naar W.

| 1 | | | | 2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2000 W | = | ____________ | kW | 7 | kW | = | ____________ | W |
| 10 000 W | = | ____________ | kW | 3,6 | kW | = | ____________ | W |
| 2300 W | = | ____________ | kW | 0,83 | kW | = | ____________ | W |
| 4750 W | = | ____________ | kW | 2,25 | kW | = | ____________ | W |
| 400 W | = | ____________ | kW | 0,075 | kW | = | ____________ | W |

**55** Lance wil zijn kamer verven. Hij moet eerst al het hout in zijn kamer schuren. Daarom koopt hij een schuurmachine. Als zijn kamer klaar is, gebruikt hij de machine niet zo vaak meer. Lance gaat naar een doe-het-zelfwinkel. Hij kan kiezen uit drie machines:
- een kleine van € 12,00 met een vermogen van 135 watt;
- een wat grotere van € 39,00 en 500 watt;
- een machine voor de vakman van € 120,00 en 1000 watt.

Welke machine kan Lance het beste kopen?
Geef twee redenen waarom die machine de beste keus is.

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

______________________________________________

**+56** Op het type-plaatje van een zaagmachine staat 230 V en 4,35 A.

**a** Bereken het opgenomen vermogen van de zaagmachine. Schrijf eerst de formule op.

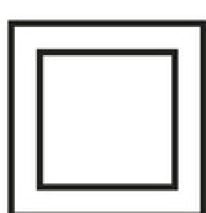
vermogen = ________________ × ________________

vermogen = ________________________________

Afgerond op een heel getal is het vermogen ____ kW.

**b** De zaagmachine heeft een afgegeven vermogen van 800 W.
Bereken het rendement van de zaagmachine.
rendement = afgegeven vermogen : opgenomen vermogen

rendement = __________ : 1000 = ________



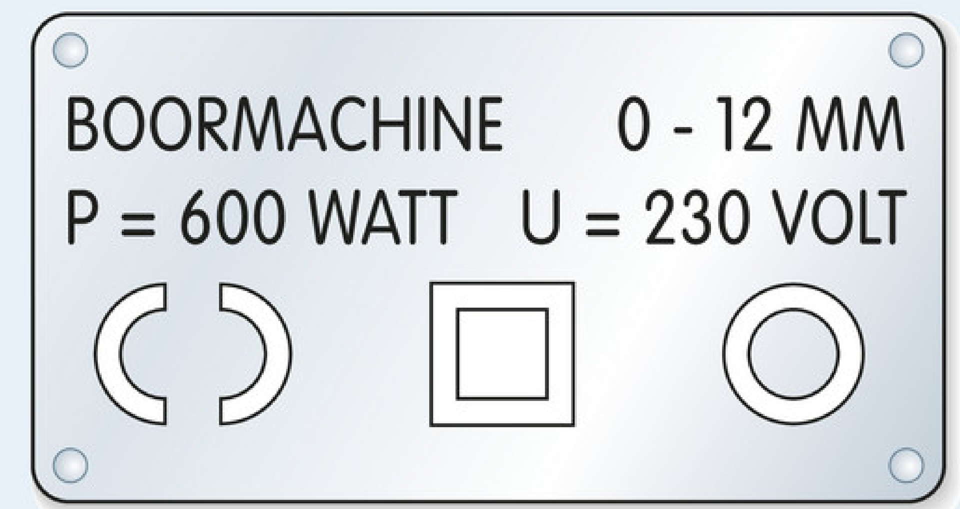
▲ **afbeelding 54**
het symbool voor dubbele isolatie

### Dubbele isolatie

Op het type-plaatje zie je soms twee in elkaar getekende vierkantjes (afbeelding 54). Dit symbool betekent: **dubbel geïsoleerd**.
Niet alleen de draden zijn geïsoleerd. Ook de binnenkant en de buitenkant van het apparaat zijn geïsoleerd. De binnenkant en de buitenkant zijn bijvoorbeeld van kunststof. Kunststof laat geen stroom door. Het is dus extra veilig.

## Opgaven

Kijk goed naar het type-plaatje van afbeelding 55.
Opgave 57 tot en met 59 gaan over dit type-plaatje.




▲ **afbeelding 55** het type-plaatje van een boormachine

**57** Kleur het symbool voor dubbele isolatie rood.

**58** Wat is de grootste boor die in deze boormachine kan?

- ☐ A 1 mm
- ☐ B 2 mm
- ☐ C 12 mm
- ☐ D 60 mm

**59** Bereken de stroom door de boormachine. Schrijf eerst de formule op. Rond je antwoord af op één cijfer achter de komma.

______________________________

______________________________

**+60** Een boormachine van 18 V heeft een afgegeven vermogen van 72 W. De boormachine gebruikt een stroom van 5 A.

**a** Bereken het opgenomen vermogen van de boormachine. Schrijf eerst de formule op.

______________________________

______________________________

**b** Bereken het rendement van de boormachine in procenten. Schrijf eerst de formule op.

______________________________

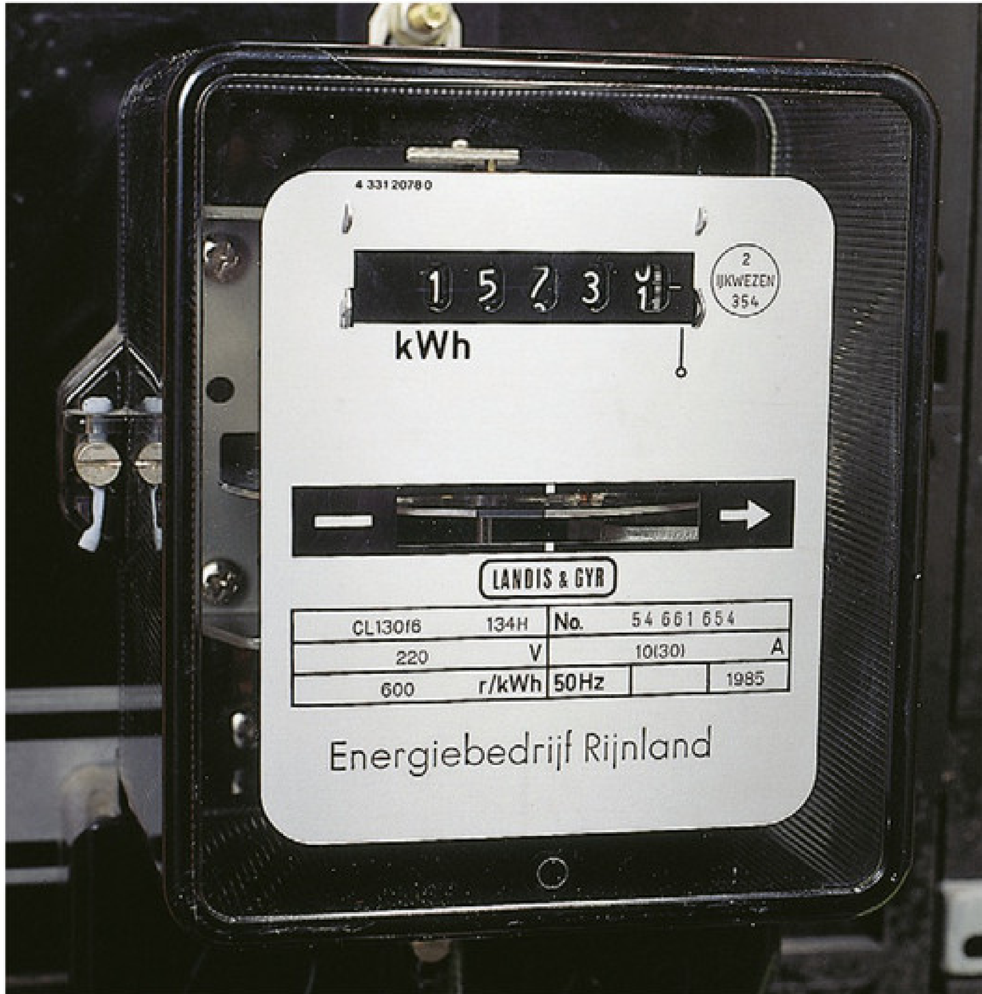
______________________________

______________________________

## Onthouden!

Vermogen is de elektrische energie per seconde.
De eenheid van vermogen is watt (W) of kilowatt (kW).
stroom = vermogen : spanning
vermogen = spanning × stroom
Grote spanning en grote stroom = groot vermogen.
Kleine spanning en kleine stroom = klein vermogen.
Voor zwaar werk gebruik je een machine met een groot vermogen.
Voor licht werk gebruik je een machine met een klein vermogen.
Dubbel geïsoleerd betekent: de binnenkant én de buitenkant van het apparaat zijn van kunststof.
Het rendement is de verhouding tussen de energie die erin gaat en de energie die eruit komt.
rendement = afgegeven vermogen : opgenomen vermogen

# 6 Energie




(a)




(b)

▲ **afbeelding 56**
kilowatt-uur-meters

Een elektrisch apparaat verbruikt elektrische energie. Als je het vermogen weet, dan weet je ook hoeveel energie het apparaat gebruikt.

## Vermogen en energie

Het vermogen geeft aan hoeveel elektrische energie per seconde een apparaat gebruikt. Bijvoorbeeld: het vermogen van een boormachine is 550 W. Deze boormachine verbruikt 550 joule elektrische energie per seconde. Joule is de eenheid van energie. De eenheid van vermogen is watt.
1 watt = 1 joule per seconde

## Energie meten

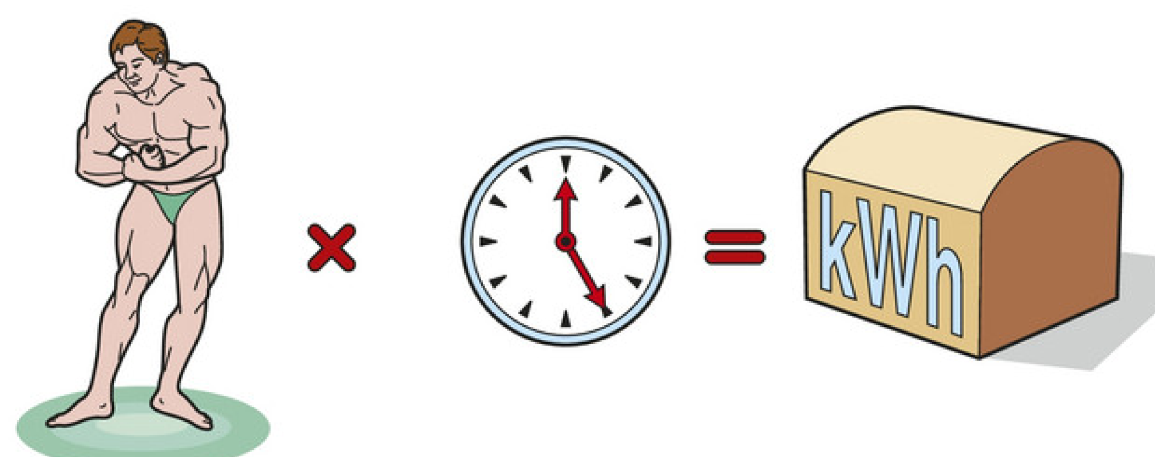
De elektrische energie die je thuis gebruikt, moet je betalen. Het energie-bedrijf wil daarom weten hoeveel elektrische energie je gebruikt. Elektrische energie wordt gemeten met een **kilowatt-uur-meter**. De afkorting van kilowatt-uur is kWh. Daarom kun je ook schrijven: **kWh-meter**.
In afbeelding 56a zie je een analoge en in afbeelding 56b een digitale kWh-meter.

De kWh-meter houdt bij hoeveel elektrische energie in huis wordt gebruikt. 1 kilowatt-uur is de hoeveelheid energie die wordt gebruikt door een apparaat van 1000 watt als het een uur lang aan staat. Soms staat een apparaat aan dat veel energie verbruikt. Hierdoor gaat de stand van de kilowatt-uur-meter snel omhoog. Hoe langer het apparaat aan staat, hoe meer energie je verbruikt.

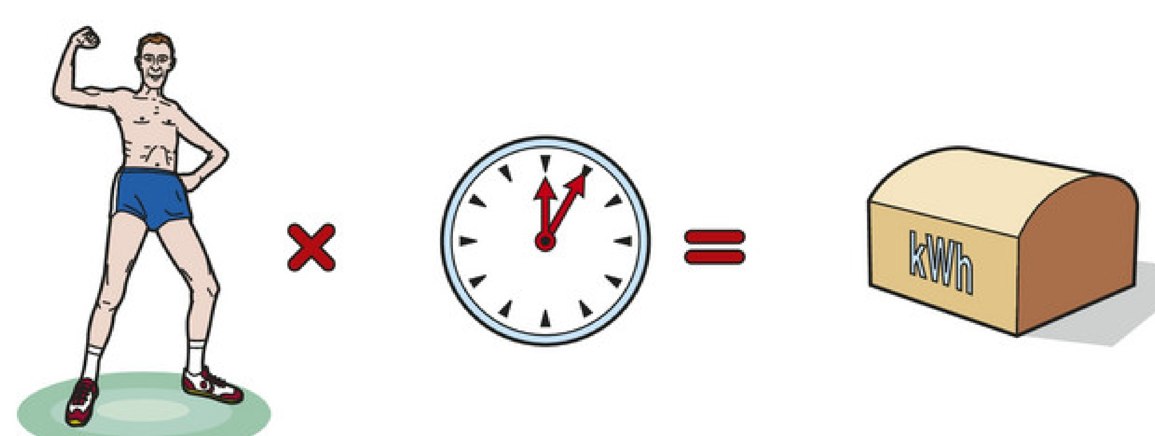
Heeft het apparaat een groot vermogen en staat het lang aan, dan verbruikt het veel energie (afbeelding 57).

Heeft het apparaat een klein vermogen en staat het kort aan, dan verbruikt het weinig energie (afbeelding 58).

▶ **afbeelding 57**
Bij groot vermogen en lange tijd wordt veel energie verbruikt.




▶ **afbeelding 58**
Bij klein vermogen en korte tijd wordt weinig energie verbruikt.



## Energie uitrekenen

Je kunt het energie-verbruik ook uitrekenen. Dat doe je met de formule:

energie = vermogen × tijd

Het vermogen moet je invullen in kilowatt (kW) en de tijd in uren (h). De letter h is de afkorting van het Engelse woord *hour* (= uur). Kilowatt-uur wordt afgekort met kWh.

*Voorbeeld 5*
In een bouwlamp zit een halogeen-lamp waarop staat 230 V; 350 W. Hoeveel energie verbruikt de halogeen-lamp als hij 24 uur brandt?

Reken eerst het vermogen om naar kW:
350 W : 1000 = 0,35 kW

Schrijf de formule op en reken uit:
energie = vermogen × tijd
energie = 0,35 kW × 24 h = 8,4 kWh

## Opgaven

**61** Albert kijkt 's morgens op de kilowatt-uur-meter. De stand van de meter is 25 443 kWh. 's Avonds staat de meter op 25 458 kWh.
Hoeveel kWh is er die dag bij Albert thuis verbruikt?

______________________________________________

**62** Op het type-plaatje van een oven staat 3 kW.
Hoeveel energie gebruikt de oven als hij 4 uur aan staat?

energie = vermogen × ____________

energie = ______ kW × ______ h = ______ kWh

**63** Het vermogen van een wasautomaat is 2800 W.
Hoeveel energie verbruikt de wasautomaat als hij 2 uur op vol vermogen werkt?

Reken het vermogen om naar kW: 2800 W = ____________________ kW.

energie = ____________________

energie = ______ kW × ______ h = ______ kWh

**64** Een afwas-machine heeft een vermogen van 2,5 kW.
Wat is het energie-verbruik van de machine na 20 uur wassen?

energie = ____________________

energie = ______________ = ______ kWh

**65** Een radio heeft een vermogen van 120 W. De radio staat de hele dag aan.
Hoeveel energie verbruikt de radio als hij één dag aan staat?

120 W = ______________________________ kW

1 dag = ______ uur

energie = ________________________

energie = _________________________ = ________ kWh

**66** Een halogeen-lamp heeft een vermogen van 100 W.
Hoeveel energie verbruikt de halogeen-lamp als hij een week brandt?

**a** Reken het vermogen om naar kW: 100 W : 1000 = ______ kW

**b** Reken een week om naar uren: 7 dagen × 24 uur = _______ h

**c** Schrijf de formule op: ___________________________________

**d** Vul de getallen in en bereken de hoeveelheid energie:

energie = __________ kW × ___________ h = _________ kWh

**67** Een led-lamp heeft een vermogen van 8 W. Een week is 168 uur.
Hoeveel energie verbruikt de led-lamp als hij een week brandt?

**a** Het vermogen in kW is: __________ W : 1000 = __________ kW

**b** De formule is: energie = ______________________

**c** Energie-verbruik: energie = __________ kW × __________ h = __________ kWh

**+68** Een led-lamp van 8 W geeft evenveel licht als een halogeen-lamp van 100 W.
Je gebruikt een led-lamp in plaats van een halogeen-lamp.
Hoeveel energie bespaar je dan in een week?
De energie die je bespaart in een week is

_________________________________________________ kWh.

## Beroep

### Installateur zonne-panelen

Marcelo en Roelof zijn hier bezig met het plaatsen van zonne-panelen (PV-installatie). Ze hebben erg veel plezier in hun werk. PV-installaties zorgen ervoor dat zonlicht wordt omgezet in elektriciteit. Deze elektriciteit wordt teruggeleverd aan het net. Zo worden de energie-kosten teruggebracht. Deze technologie is erg vernieuwend en wordt steeds verder ontwikkeld.

Als installateur zonne-panelen moet je veel weten van elektro. Je hebt bijvoorbeeld een opleiding tot elektro-monteur. Ook moet je op een dak durven en kunnen werken.



▲ **afbeelding 59**
Marcelo en Roelof installeren zonne-panelen.

## De kosten van energie

De elektrische energie die je thuis gebruikt, moet je betalen. Een kWh kost ongeveer € 0,25. Als je weet hoeveel energie je hebt gebruikt, kun je dus uitrekenen hoeveel dat kost. Je gebruikt dan de formule:

kosten = energie × prijs

*Voorbeeld 6*
Een wasmachine verbruikt voor één keer wassen 1,2 kWh.
1 kWh kost € 0,25.
Bereken de kosten van de energie voor één keer wassen.

kosten = energie × prijs
kosten = 1,2 kWh × € 0,25 = € 0,30

*Voorbeeld 7*
Wat kost de energie voor een lamp van 60 W die 1000 uren brandt?

Reken eerst het vermogen om naar kW:
60 watt = 60 : 1000 = 0,06 kW

Bereken dan de verbruikte energie:
energie = vermogen × tijd
energie = 0,06 kW × 1000 h = 60 kWh

Bereken daarna de kosten:
kosten = energie × prijs
kosten = 60 kWh × € 0,25 = € 15,00

In voorbeeld 6 en 7 is steeds eerst de formule opgeschreven. Daarna zijn de getallen ingevuld en uitgerekend. Ook de eenheden (A, V, W, kW, kWh enzovoort) staan altijd ingevuld.
Deze drie dingen moet je bij de volgende opgaven ook altijd doen.

## Opgaven

In opgave 69 tot en met 75 heb je de prijs van energie nodig.
Gebruik in alle opgaven: 1 kWh kost € 0,25.

**69** Bij de familie Van Gemert wordt een nieuwe kWh-meter gemonteerd. De teller van de nieuwe kilowatt-uur-meter staat op 00000. Na precies één maand staat de meter op 00214.
Hoeveel elektrische energie heeft de familie Van Gemert die maand verbruikt?

De verbruikte energie is _______________ .

**70** Hoeveel moet de familie Van Gemert voor deze energie betalen?

kosten = energie × ________

kosten = __________ × € 0,25 = € ___________

**71** De familie Jacobs heeft ook een kWh-meter. Op de eerste dag van de maand staat de kWh-meter op 9 765. Op de laatste dag van de maand is de stand 10 077.
Hoeveel energie heeft de familie Jacobs deze maand verbruikt?

- ☐ A 10 077 + 9 765 = 19 842 kWh
- ☐ B 10 077 : 9 765 = 0,11 kWh
- ☐ C 10 077 – 9 765 = 312 kWh
- ☐ D 9 765 – 77 = 9 688 kWh

**72** Hoeveel moet de familie Jacobs deze maand voor de elektrische energie betalen?

- ☐ A kosten = energie × prijs = 312 × € 0,25 = € 78,00
- ☐ B kosten = energie × prijs = 9 688 × € 0,25 = € 2.422,00
- ☐ C kosten = energie × prijs = 10 077 × € 0,25 = € 2.519,25
- ☐ D kosten = energie × prijs = 19 842 × € 0,25 = € 4.960,50

**73** Hoeveel moet je betalen voor 55 kWh?

______________________________________________

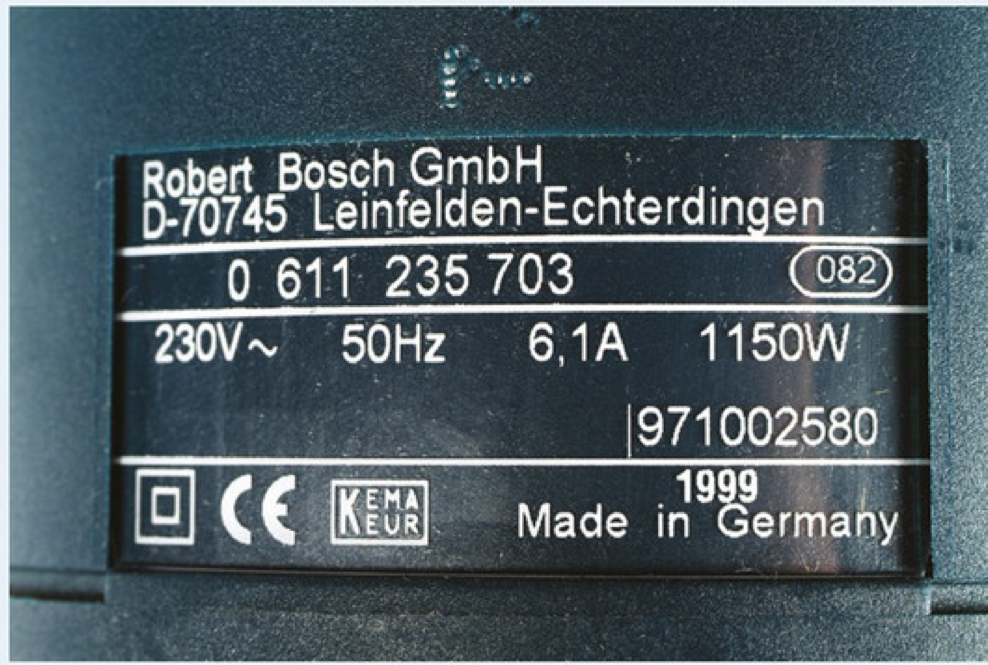
______________________________________________

**74** Hoeveel moet je betalen voor 2,88 kWh?

______________________________________________

______________________________________________

**+75** Hans gebruikt bij zijn werk een boormachine. In afbeelding 60 zie je het type-plaatje van zijn boormachine. Hans gebruikt de boormachine 5 uur per dag.




▲ **afbeelding 60**
het type-plaatje van de boormachine

**a** Hoe groot is het vermogen van de boormachine in kW?

Het vermogen van de boormachine = __________ W : 1000 = __________ kW.

**b** Hoeveel energie verbruikt Hans met deze boormachine per dag?

energie = ______________________

energie = __________ kW × __________ h = __________ kWh

**c** Hoeveel moet Hans per dag betalen voor de energie voor de boormachine?
Geef het antwoord in twee cijfers achter de komma.

kosten = ______________________

kosten = ____________________________________

**d** De boormachine heeft een afgegeven vermogen van 920 W.
Hoe groot is het rendement van de boormachine? Geef het antwoord in procenten.

rendement = ____________________________________________________________

rendement = ____________________________________________________________

rendement = ____________________________________________________________

## Onthouden!

De afkorting van kilowatt-uur is kWh.
Thuis meet de kilowatt-uur-meter (kWh-meter) de elektrische energie.
Energie bereken je met de formule:
energie = vermogen × tijd
De kosten van energie bereken je met de formule:
kosten = energie × prijs

# 7 Veiligheid in de huisinstallatie

Als de stroom te groot wordt, kan brand ontstaan. De stroom moet dan meteen uitschakelen. Als stroom weglekt, kan dat levensgevaarlijk zijn. Ook dan moet de stroom meteen uitschakelen.



▲ **afbeelding 61**
een smelt-veiligheid of stop

## Zekeringen

De huisinstallatie is beveiligd met zekeringen. Iedere groep heeft een eigen **zekering**. Als de stroom in een groep te groot wordt, schakelt de zekering de stroom uit. De draden kunnen dan niet zo heet worden dat er brand ontstaat.

In oudere huizen is de zekering vaak een **smelt-veiligheid**. Een smelt-veiligheid wordt meestal een **stop** genoemd (afbeelding 61). In een smelt-veiligheid zit een dunne draad. De draad smelt door als de stroom te groot wordt. De smelt-veiligheid kan maar één keer de stroom uitschakelen. Daarna is hij kapot en moet je hem vervangen door een nieuwe.




▲ **afbeelding 62**
automatische veiligheden in de groepenkast

De zekeringen in een nieuw huis zijn automatische veiligheden (afbeelding 62). Een **automatische veiligheid** heeft een hendel. Als de stroom wordt uitgeschakeld, klapt de hendel om. Zo zie je meteen in welke groep het probleem zit. Als het probleem is opgelost, kun je de stroom weer inschakelen. Je moet dan de hendel omhoog duwen.

## De aardlek-schakelaar

In de meterkast vind je ook één of meer aardlek-schakelaars (afbeelding 63). Soms gebeurt het dat er ergens stroom 'weglekt'. Bijvoorbeeld doordat de isolatie van een apparaat kapot is. Er kan dan stroom 'ontsnappen'. Als je dat apparaat aanraakt, kun je een schok krijgen.

De aardlek-schakelaar zit in een gesloten stroomkring. De aardlek-schakelaar meet de stroom aan het begin en aan het eind van de stroomkring. Als het verschil groter is dan 30 milli-ampère (mA), lekt er ergens stroom weg. De aardlek-schakelaar schakelt dan de spanning uit. Je kunt dan geen schok meer krijgen van het kapotte apparaat.




▲ **afbeelding 63**
de aardlek-schakelaar

## Opgaven

**76** Wanneer moet een zekering een groep uitschakelen?

Als de stroom in de groep ________________________ .

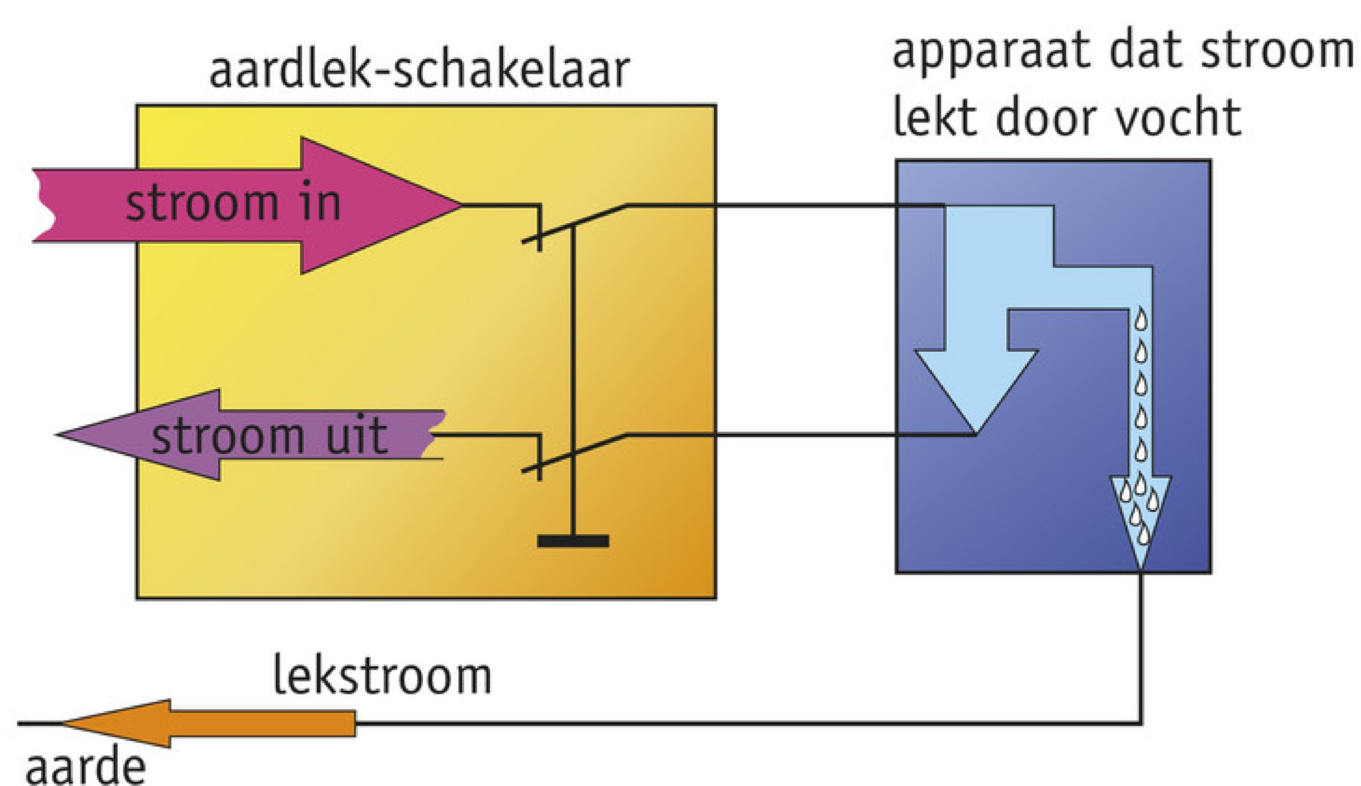
**77** Een groep is beveiligd met een automatische veiligheid.
Wat doet deze veiligheid als de stroom in de groep te groot is?
De automatische veiligheid schakelt de stroom IN / UIT door een STOP / HENDEL om te laten klappen.

**78** Een aardlek-schakelaar zit WEL / NIET in een gesloten stroomkring.

**79** Er gaat evenveel stroom de aardlek-schakelaar in als uit.
De aardlek-schakelaar schakelt de groepen dan WEL / NIET uit.

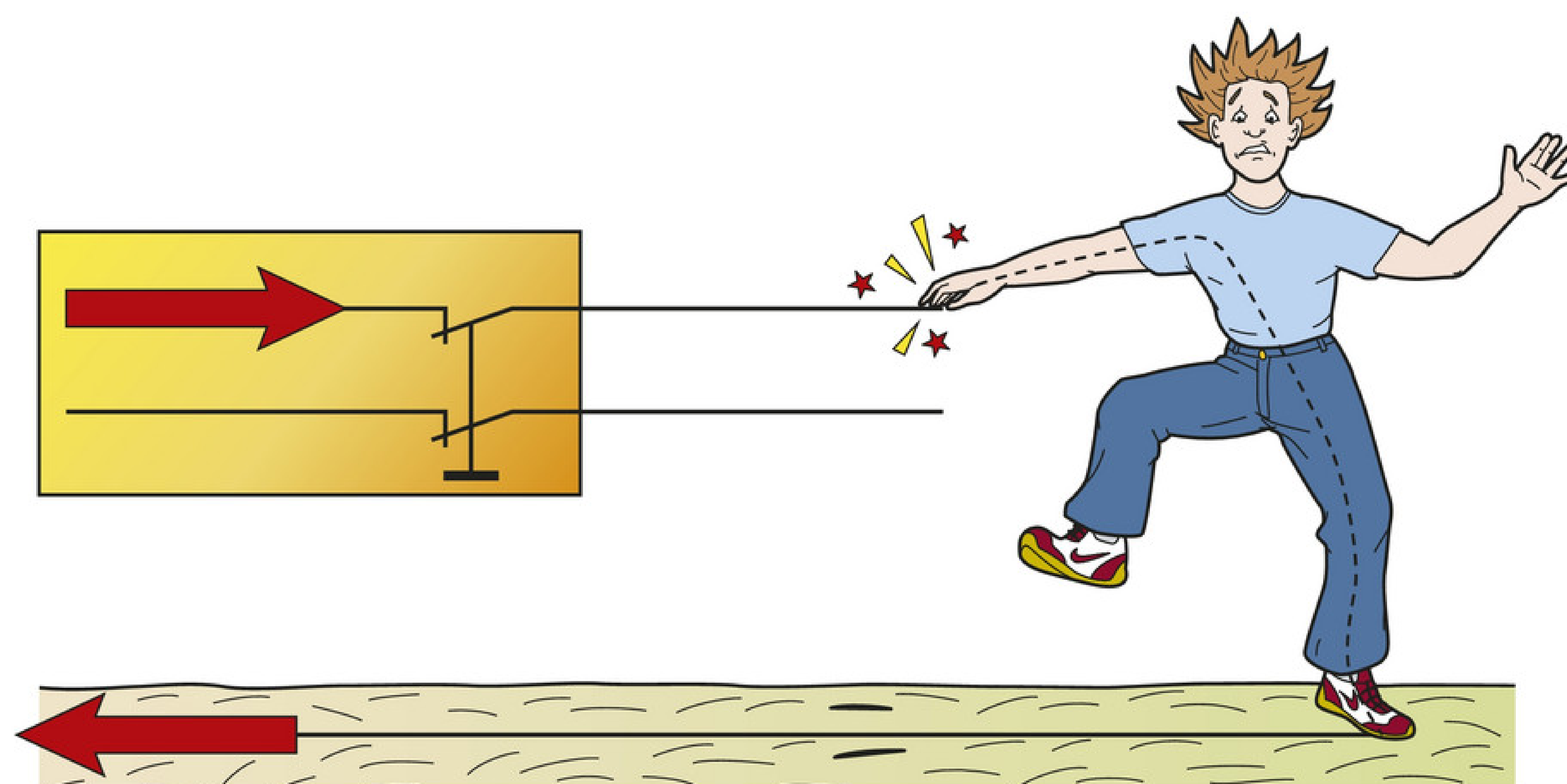
## Het 'lekken' van stroom

Stroom kan op verschillende manieren weglekken uit een apparaat of uit de elektriciteits-draden. Een apparaat kan bijvoorbeeld stroom 'lekken' als er water bij de draden komt (afbeelding 64). De aardlek-schakelaar schakelt uit als er water in een apparaat komt.




▶ **afbeelding 64**
Een aardlek-schakelaar schakelt uit door vocht.

Ook kan een apparaat stroom lekken, omdat er iets kapot is. Bijvoorbeeld een draad die los zit.
Een andere manier is als een mens of dier een draad aanraakt waar spanning op staat. Er lekt dan stroom weg via de aarde (afbeelding 65). Is de lekstroom groter dan 30 mA (milli-ampère), dan schakelt de aardlek-schakelaar de elektriciteit uit.



▶ **afbeelding 65**
Een aardlek-schakelaar schakelt uit als er stroom door een mens gaat.




▲ **afbeelding 66**
Na het testen moet je de klok weer goed zetten.

Je moet een aardlek-schakelaar minstens twee keer per jaar testen. Zo voorkom je dat hij vast gaat zitten. Als dat gebeurt, werkt hij niet goed meer en dat kan gevaarlijk zijn.

Door op de testknop te drukken, schakel je de aardlek-schakelaar uit (afbeelding 63). Alle apparaten die op de aardlek-schakelaar zijn aangesloten, schakelen dan ook uit. De aardlek-schakelaar schakel je weer in door de hendel omhoog te zetten. Hierna moet je op sommige apparaten de klok goed zetten (afbeelding 66). Bijvoorbeeld op de magnetron, de thermostaat en de tv.

## Opgaven

**80** Waardoor kan er stroom lekken uit een apparaat? Schrijf drie oorzaken op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

______________________________

______________________________

**81** Een kapot apparaat zorgt voor een lekstroom van 100 milli-ampère.
Schakelt de aardlek-schakelaar uit? JA / NEE

**82** Bij welke lekstroom moet een aardlek-schakelaar uitschakelen?

______________________________

**83** Hoe test je een aardlek-schakelaar?

- ☐ A door een stop los te draaien
- ☐ B door een kapot apparaat aan te sluiten
- ☐ C door de testknop in te drukken
- ☐ D door alle apparaten tegelijk in te schakelen

**+84** Waarom testen veel mensen de aardlek-schakelaar bij het begin van de zomertijd of de wintertijd?

______________________________

______________________________

______________________________

## Onthouden!

Iedere groep in huis is beveiligd met een zekering of een automatische veiligheid.
In een smelt-veiligheid zit een dunne draad.
Een automatische veiligheid heeft een hendel.
Een aardlek-schakelaar moet uitschakelen bij een lekstroom van meer dan 30 milli-ampère.
Een aardlek-schakelaar moet je minstens twee keer per jaar testen.

# 8 Test Jezelf

stroom = vermogen : spanning
vermogen = spanning × stroom
rendement = afgegeven vermogen : opgenomen vermogen
energie = vermogen × tijd
kosten = energie × prijs

## Waar / niet waar-vragen

| | waar | niet waar |
|---|---|---|
| 1 De spanning op een stopcontact is levensgevaarlijk. | | |
| 2 In een schakeling loopt geen stroom als de schakelaar open is. | | |
| 3 De spanning van 4,5 volt van een platte batterij is levensgevaarlijk. | | |
| 4 Een isolator is een stof waardoor geen elektrische stroom kan lopen. | | |
| 5 In een serie-schakeling gaat een lampje kapot. De andere lampjes blijven dan branden. | | |
| 6 Lucht is een goede geleider voor elektrische stroom. | | |
| 7 Kunststof wordt als geleider gebruikt, omdat het veel vrije elektronen heeft. | | |
| 8 Een elektrische stroom is een stroom van vrije elektronen. | | |
| 9 Met een spannings-meter meet je elektrische stroom. | | |
| 10 Een atoom bestaat uit een kern en een schil met elektronen. | | |
| 11 Een stroom-meter staat altijd in serie met het apparaat waardoor je de stroom meet. | | |
| 12 Als je op de knop van een druk-schakelaar duwt, wordt de stroomkring onderbroken. | | |
| 13 Een apparaat met een rendement van 0,5 (50%) verliest geen energie. | | |
| 14 Een brandende lamp verbruikt geen elektrische energie. | | |
| 15 Een aardlek-schakelaar schakelt uit bij een lekstroom van meer dan 30 milli-ampère. | | |
| 16 Een slechte geleider heeft weinig vrije elektronen. | | |
| 17 De kosten van elektrische energie bereken je met de formule: kosten = vermogen × tijd | | |
| 18 Een aardlek-schakelaar test je door de testknop in te drukken. | | |
| 19 Vermogen is de energie die in één dag verbruikt wordt. | | |
| 20 Elektrische energie wordt gemeten met een kilowatt-uur-meter. | | |

## Meerkeuze-vragen

**1** Een apparaat is aangesloten op 230 volt.
Mag je dit apparaat openmaken?
☐ A Nee, want dat is levensgevaarlijk.
☐ B Ja, dat is niet gevaarlijk, iedereen mag dat doen.
☐ C Ja, want 230 volt is een ongevaarlijke spanning.
☐ D Ja, want die spanning is klein en de stroom natuurlijk ook.

**2** Van tien lampen in een schakeling branden er negen.
Hoe staan deze lampen geschakeld?
☐ A in serie
☐ B in serie waarbij één lamp kapot is
☐ C parallel

**3** In een serie-schakeling zitten drie lampen.
Hoeveel stroomkringen zijn er in deze schakeling als de lampen alle drie branden?
☐ A 0
☐ B 1
☐ C 2
☐ D 3

**4** Een accu-boormachine van 18 V gebruikt een stroom van 3 A.
Hoe groot is het vermogen van deze boormachine?
☐ A vermogen = spanning : stroom = 18 V : 3 A = 6 W
☐ B vermogen = spanning × stroom = 18 V × 3 A = 54 W
☐ C vermogen = spanning + stroom = 18 V + 3 A = 21 W
☐ D vermogen = spanning − stroom = 18 V − 3 A = 15 W

**5** Waarmee wordt elektrische energie gemeten?
☐ A watt-meter
☐ B kilowatt-uur-meter
☐ C spannings-meter
☐ D stroom-meter

**6** Het vermogen van een wasautomaat is 2800 W.
Hoe groot is het vermogen in kW?
☐ A 280 kW
☐ B 28 kW
☐ C 2,8 kW
☐ D 0,28 kW

**7** Een boormachine heeft een opgenomen vermogen op van 1000 W. Het afgegeven vermogen van de boormachine is 800 W.
Hoe groot is het rendement van de boormachine?
☐ A rendement = 8 (800%)
☐ B rendement = 1,25 (125%)
☐ C rendement = 1 (100%)
☐ D rendement = 0,8 (80%)

**8** Op de eerste dag van de maand staat een kWh-meter op 19 765. Op het einde van de maand is de stand van de meter 20 177.
Hoeveel elektrische energie is deze maand verbruikt?

- ☐ A 20 177 + 19 765 = 39 942 kW
- ☐ B 20 177 : 19 765 = 1,02 kW
- ☐ C 20 177 – 19 765 = 412 kW
- ☐ D 20,177 × 19,765 = 399 kW

**9** Wat zit tussen de kern en de schil van een atoom?

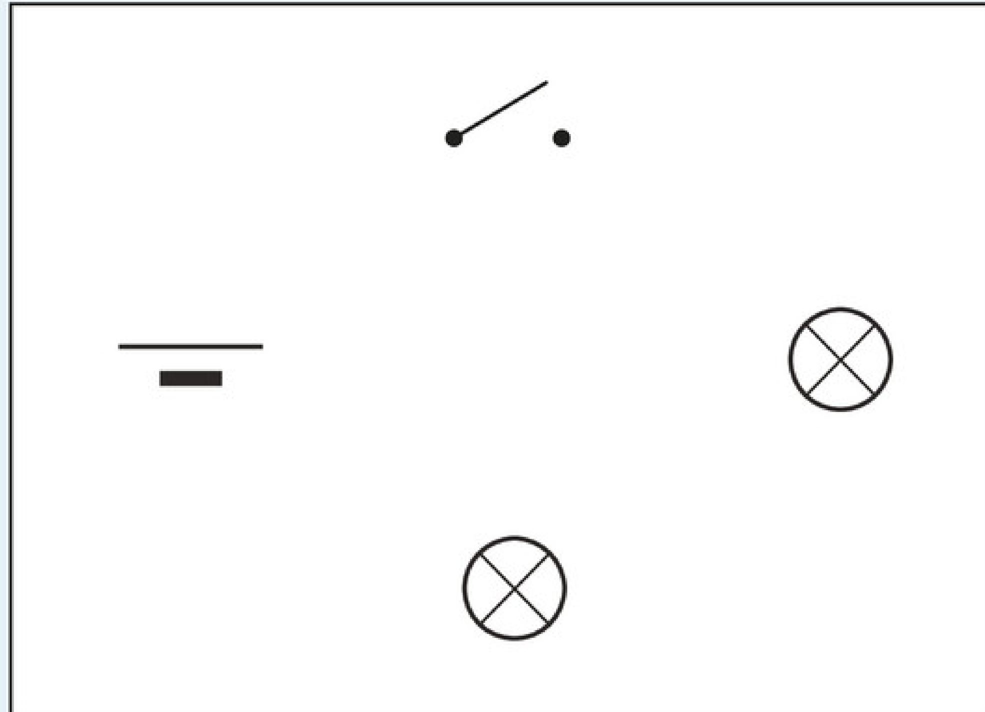
- ☐ A vooral lucht
- ☐ B atomen zuurstof
- ☐ C protonen en neutronen
- ☐ D lege ruimte

**10** Hoe test je een aardlek-schakelaar?

- ☐ A door de testknop van de aardlek-schakelaar in te drukken
- ☐ B door alle toestellen tegelijkertijd in te schakelen
- ☐ C Je draait een smelt-veiligheid snel los.
- ☐ D Je moet een apparaat zonder aardleiding aansluiten.

## Open vragen

**1** Teken in het vak het schema van twee lampen in een serie-schakeling. De lampen krijgen spanning van een batterij. De lampen moeten aan- en uitgeschakeld kunnen worden door een schakelaar.



▲ **afbeelding 67**
Teken hier het schema van vraag 1.

**2** Beantwoord de volgende vragen.

**a** Welke meter gebruik je om elektrische spanning te meten?

______________________________

**b** Welke meter gebruik je om elektrische stroom te meten?

______________________________

**c** Welke meter gebruik je om elektrische energie te meten?

______________________________

**3** Een frituurpan is aangesloten op 230 volt. De stroom die door de frituurpan gaat, is 4 ampère.
Bereken het vermogen van de frituurpan. Schrijf eerst de formule op.

vermogen = ______________________

vermogen = ______________________

**4** Een afwasmachine heeft een vermogen van 2,5 kW.

**a** Hoe groot is het energie-verbruik van deze machine na 72 uur wassen?
Schrijf eerst de formule op.

energie = ______________________

energie = ______________________

**b** 1 kWh kost € 0,25.
Wat kost de elektrische energie voor 72 uur wassen met deze machine?
Schrijf eerst de formule op.

kosten = ______________________________

kosten = ______________________________




▲ **afbeelding 68**
het type-plaatje van een schuurmachine

**5** In afbeelding 68 zie je het type-plaatje van een schuurmachine.

**a** Wat is het vermogen van deze schuurmachine?

______________________________

**b** Is deze machine dubbel geïsoleerd? Waaraan zie dat?
De machine is WEL / NIET dubbel geïsoleerd.

Dat zie ik op het type-plaatje aan ______________________________

______________________________ .

**c** De schuurmachine heeft een afgegeven vermogen van 133 W.
Hoe groot is het rendement van de schuurmachine? Schrijf eerst de formule op.

rendement = ______________________________

rendement = ______________________________

# Register

## R



## S



## T



## U



## V



## W



## Z

# Colofon

**Auteurs:**
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

**Met medewerking van:**
M. Hordijk

**Illustraties:**
Yde Bouma, Leusden
Marcel Braat/Zanzara Illustrations, Great Yarmouth
Erik Eshuis Infographics, Groningen

**Binnenwerk openingsbeelden:**
www.shutterstock.com

**Foto's:**
123RF; ANP, Rijswijk; Craig Aurness/Corbis; Ian Britton/FreeFoto.com; Epa/ANP; Eurofysica, Den Bosch; Fotolia; Hollandse Hoogte, Amsterdam; Imageselect, Wassenaar; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam; NASA; NASA/courtesy of nasaimages.org; www.shutterstock.com; Pim Rusch Fotografie, Leiden; www.techniekbeeldbank.nu; Thinkstock; UKraft/Alamy

**Ontwerp omslag:**
Buro De Kuijper in samenwerking met Uitgeverij Malmberg

**Foto omslag:**
Shutterstock

**Beeldresearch:**
B en U International Picture Service, Amsterdam

**Ontwerp:**
Uitgeverij Malmberg, Den Bosch

**Opmaak:**
Pointer grafische vormgeving, Geldrop

ISBN 978 90 345 8741 1
Vierde editie, vijfde oplage

MALMBERG

**AUTEURS:**
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

**EINDREDACTIE:**
J. van Gemert
T. Jacobs

**MET MEDEWERKING VAN:**
M. Hordijk

ISBN 978 90 345 8741 1



553771

MALMBERG